ESTUDIOS e INFORMES de la CEPAL

80

IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACION HIDRICA PRODUCIDA POR LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS:

Análisis técnico-económico

NACIONES UNIDAS

ESTUDIOS e INFORMES de la CEPAL

IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACION HIDRICA PRODUCIDA POR LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS:

Análisis técnico-económico

NACIONES UNIDAS
COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE
Santiago de Chile, 1990

LC/G.1637-P
Diciembre de 1990

Esta publicación es producto del proyecto CEPAL/PNUMA "Cooperación técnica para la integración de consideraciones ambientales en la planificación del desarrollo en América Latina y el Caribe. Fase II", adscrito a la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente.

La compilación y la revisión técnica fue realizada por el Sr. Hernán Durán de la Fuente, consultor de la CEPAL. Dos de los trabajos fueron realizados como actividades directas del citado proyecto. El resto de los estudios fueron preparados *ex profeso* para la reunión.

La CEPAL agradece su contribución a estos autores y a los ejecutivos de la Corporación Estatal de Petróleos Ecuatorianos. Además hace extensivos sus agradecimientos a los dirigentes sindicales y a los representantes de los pobladores de Esmeraldas que con su participación enriquecieron el debate.

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS

Número de venta: S.90.II.G.11

ISSN 0256-9795
ISBN 92-1-321344-1

INDICE

	Página
PRESENTACION E INTRODUCCION	7
PETROLEO Y DESARROLLO REGIONAL EN ESMERALDAS	13
Introducción	15
I. POBLACION	17
II. ACTIVIDADES ECONOMICAS	18
III. INFRAESTRUCTURA BASICA Y SERVICIOS	22
IV. AMBIENTE	26
V. EL PAPEL DE LA REFINERIA EN EL DESARROLLO DE ESMERALDAS	27
VI. CONCLUSIONES	33
Notas	35
ANALISIS DE LOS PROCESOS DE DESCONTAMINACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS	37
Introducción	39
I. DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS	41
A. ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES	42
1. Canales y alcantarillado	43
2. Separador de aguas aceitosas	43

Página

3. Unidad de flotación de aire 44
4. Sistema de estabilización. Piscinas de aeración-oxidación y de estabilización 45
5. Piscina de aguas lluvias 46
6. Piscinas de lodos 48
7. Canales de desagüe a los ríos Teaone y Esmeraldas 48

II. ANALISIS DE LAS DESCARGAS A LOS RIOS ESMERALDAS Y TEAONE 49

III. POSIBLES CAUSAS OPERACIONALES Y ESTRUCTURALES DE LA CONTAMINACION 50

IV. CONTAMINACION PROCEDENTE DE LA CIUDADELA DE LA CEPE 52

V. SUGERENCIAS 53

VI. CONCLUSIONES 55

ESTUDIO ECONOMICO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACION HIDRICA DE LA REFINERIA DE ESMERALDAS EN LOS RIOS TEAONE Y ESMERALDAS 57

Introducción 59

I. ANTECEDENTES TECNICOS Y OPERACIONALES PARA LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL 65

A. ANTECEDENTES PARA EL ANALISIS DE LA FACTIBILIDAD POLITICO-INSTITUCIONAL DEL PROYECTO 65

B. ANTECEDENTES GENERALES PARA LA EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL .. 66

Página

C. ANTECEDENTES GENERALES DE LA CONTAMINACION 72

II. ANALISIS ECONOMICO DE LA CONTAMINACION Y DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA REFINERIA 76

A. CALCULO ECONOMICO DEL VALOR DE LAS PERDIDAS DE LA REFINERÍA ... 76

1. Balance de masas 76
2. Beneficios esperados 76
3. Propuesta de inversiones y costos estimados 78
4. Cálculo financiero 79

B. ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL TEPRE Y DE LA REFINERIA 82

1. Alcance del estudio 82
2. Antecedentes económicos 83

C. CALCULO ECONOMICO 90

CONCLUSIONES 93

Notas 96

Anexo I - ANALISIS DE LA CONTAMINACION PRODUCIDA POR LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS EN LOS RIOS TEAONE Y ESMERALDAS 99

Anexo II - NECESIDADES DE INFORMACION PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CONTAMINACION EN LOS RIOS ESMERALDAS Y TEAONE 115

Página

Anexo III - CONFERENCIA DEL SUPERINTENDENTE DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS EN EL SEMINARIO-TALLER 129

Anexo IV - INFORME DEL SEMINARIO-TALLER SOBRE EL ANALISIS DE LA CONTAMINACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS EN LOS RIOS ESMERALDAS Y TEAONE 135

Anexo V - ANTECEDENTES TECNICOS SOBRE LA CONTAMINACION Y EL PROCESO PRODUCTIVO 153

PRESENTACION E INTRODUCCION *

Evaluar económicamente el impacto ambiental de la producción y refinación del petróleo y sus derivados tiene gran importancia para el Ecuador, dada la trascendencia económica, social y ambiental de esta producción en la actividad general del país.

Trascendencia económica, por ser la principal fuente de exportaciones del país y por la elevada incidencia que tiene en el producto nacional.[1]

Social, porque se trata de una actividad que, al establecer remuneraciones superiores a las que se otorgan en las áreas contiguas, ha tenido un poderoso y acelerado impacto en las relaciones laborales, impacto que ha ido en ascenso desde principios de la década de 1970. El efecto social se aprecia en la mayor productividad y complejidad alcanzadas en la actividad petrolera. Las altas expectativas económicas y sociales han creado importantes asentamientos humanos, donde viven, en condiciones bastante precarias, los grandes contingentes de trabajadores atraídos por ellas (colonos del oriente y otras formas de migración). El primer artículo del presente informe, de Fabián Sandoval, titulado "Petróleo y desarrollo regional en Esmeraldas", se refiere a este tema.

Trascendencia ambiental, por último, porque la actividad ha provocado cambios profundos en diferentes ecosistemas, especialmente en los del oriente del país, donde se concentra la mayor parte de la actividad de extracción. En la costa, sus principales efectos ambientales se ven minimizados frente a la contaminación

---

* Esta presentación fue tomada del documento preparado por Hernán Durán de la Fuente, consultor de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente, que lleva por título "Estudio económico sobre el impacto ambiental de la contaminación hídrica de la Refinería de Esmeraldas en los ríos Teaone y Esmeraldas", CEPAL (LC/R.848), Santiago de Chile, enero de 1990.

y depredación que producen los asentamientos humanos, que no cuentan con la infraestructura necesaria para la subsistencia. La contaminación directa, como se verá más adelante, puede no sólo calificarse de esporádica, sino que podría incluso desaparecer si se pone en práctica un conjunto de medidas que surge del estudio de la situación. Los distintos anexos del presente informe analizan el problema de la contaminación y su vinculación con el proceso de refinación de petróleo.

El Ecuador es un país fuertemente articulado en torno a la actividad petrolera, tanto por las razones mencionadas, como porque el uso del petróleo y de sus derivados ha generado un estilo de vida creciente y aceleradamente dependiente de este combustible. Esto se constata, por una parte, en el hecho de que el petróleo es la fuente principal de generación de energía eléctrica, y por otra, porque, como resultado del alto grado de apertura selectiva a la importación de automóviles y de una persistente política de precios subsidiados para los combustibles, se ha incentivado el crecimiento del parque automotriz a ritmos exorbitantes. Dicho sea de paso, esto ha generado fuertes presiones en un estilo de crecimiento urbano que comienza a manifestar distintos e inquietantes síntomas de contaminación atmosférica en las principales ciudades.[2] Esta situación se ve agravada porque, a causa de las deficiencias propias del proceso de refinación se utiliza un alto contenido de compuestos de plomo para producir la gasolina.

Pese a sus aspectos negativos, estas circunstancias han permitido un mayor grado de integración física en un país de muy compleja geografía, y contribuido, además, al desarrollo de una actividad productiva y de servicios en torno a la industria automotriz de importancia relativamente elevada en la economía nacional. La evaluación de las bondades económicas o sociales de este tipo de desarrollo escapa, no obstante, del marco de este análisis.

Para analizar las transformaciones acontecidas en el oriente ecuatoriano, la CEPAL, en conjunto con la Dirección General del Medio Ambiente (DIGEMA), dependiente del Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, y con la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE), realizó en 1987 un análisis de impacto ambiental, centrado especialmente en la zona de Shuschufindi de la amazonía ecuatoriana. En ese análisis se hicieron algunas referencias, aunque superficiales, al problema de la Refinería Estatal Esmeraldas.

Por otra parte, preocupada por la contaminación de los ríos Esmeraldas y Teaone, la CEPE inició posteriormente un proyecto destinado a analizar el problema. Ese proyecto, que contó más tarde con el auspicio de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de

Desarrollo y Medio Ambiente, lleva el título de "Estudio de prefactibilidad para el mejoramiento de la calidad del agua de los ríos Esmeraldas y Teaone", y ha contemplado entre sus iniciativas la realización de un seminario-taller, en conjunto con la CEPAL, encaminado a preparar un estudio final con antecedentes más precisos y recomendaciones debidamente discutidas. El presente informe constituye precisamente ese estudio final.

El informe consta de una parte central y varios anexos. En la parte central hay tres artículos: el primero, de Fabián Sandoval, funcionario de la CEPE, se refiere a los problemas de desarrollo de la región de Esmeraldas; el segundo, de Jorge Jurado, consultor de la CEPAL, analiza el proceso productivo de la Refinería y las causas de la contaminación; en el último, de Hernán Durán de la Fuente, también consultor de la CEPAL, se efectúa la evaluación económica del impacto ambiental propiamente tal.

En los anexos, cinco en total, se incorporan todos aquellos aspectos más directamente vinculados al proceso de refinación y a la contaminación.

El primer anexo es el artículo de Richard Villarcis, funcionario del Terminal Petrolero de Balao, relativo a aspectos específicos de la contaminación de la Refinería y del Terminal sobre los ríos y el mar.

El segundo anexo es una proposición metodológica de Melio Sáenz y Arturo Hernández, ambos funcionarios de la CEPE, destinada a desarrollar un sistema de información para el control de la contaminación.

A pesar del aporte metodológico que representan ambos artículos, se estimó que su carácter principalmente descriptivo y vinculado más a la contaminación que al análisis económico, objeto principal del proyecto, hacía preferible ubicarlos en los anexos.

El tercer anexo es la conferencia del señor Javier Bernal, Superintendente de la Refinería Estatal Esmeraldas, que tiene, entre otros méritos, un valor testimonial.

El cuarto anexo es el informe del seminario-taller realizado conjuntamente por la CEPAL y la CEPE en Esmeraldas, en abril de 1989. Se ha estimado pertinente incluirlo aquí para poner de manifiesto la importancia que se le ha asignado al aspecto participativo en el análisis del problema. De hecho, los trabajos presentados en la parte central son sólo versiones corregidas de los documentos debatidos en estas jornadas, lo que demuestra que el intercambio de ideas sobre las ponencias fue sumamente enriquecedor desde el punto de vista metodológico.

En el quinto anexo, que llamaremos anexo técnico, se entregan distintos antecedentes que complementan la información que se

requiere para entender, en especial, los artículos de Jurado y Durán. Este anexo aporta detalles específicos respecto de la contaminación y el proceso productivo.

El proyecto concebido conjuntamente por la CEPAL y la CEPE en torno a la Refinería de Esmeraldas, forma una unidad con una serie de estudios de factibilidad y prefactibilidad que se están efectuando en la región, que permitirán enriquecer la apreciación global sobre algunos de los problemas de tipo económico-ambiental que la afectan. Estos estudios se realizan en el ámbito del proyecto denominado "Cooperación técnica para la integración de consideraciones ambientales en la planificación del desarrollo en América Latina y el Caribe. Fase II" (FP/9101-87-93(PP/2785)), de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente.

Ahora bien, la significación ambiental del proyecto conjunto de la CEPAL y la CEPE guarda relación con los efectos que provocan la Refinería y del Terminal Petrolero de Balao en un ecosistema relativamente frágil como son los ríos Esmeraldas y Teaone y la desembocadura del Esmeraldas en el mar. La vulnerabilidad ecosistémica de ese sector deriva de que los ríos y el mar configuran un conjunto de subsistemas en una zona del trópico húmedo, donde los efectos contaminantes de la Refinería se potencian además con los problemas que derivan de un desarrollo urbano y económico sujeto a una débil dirección política —si es que tiene una— y carente de toda norma de tipo espacial, social, o ambiental.

Por esta razón, como se verá a lo largo del trabajo, los problemas de contaminación hídrica en los ríos mencionados, lejos de reducirse a la problemática específica de la Refinería o de las operaciones de carguío del Terminal, conciernen igualmente a otras áreas. En cada uno de los artículos se señalarán las áreas de influencia correspondientes.

El objetivo general del proyecto conjunto es contribuir a elaborar políticas de descontaminación de los ríos Teaone y Esmeraldas y del área costera circundante a la ciudad de Esmeraldas. El primer paso en tal sentido es realizar estudios de prefactibilidad económica de las inversiones que eventualmente permitirían disminuir la contaminación de petróleo y reducir la contaminación orgánica proveniente de los centros poblados, a fin de mejorar la calidad de la vida urbana y dar adecuado impulso a actividades productivas tales como la pesca y el turismo.

En un primer momento, el objetivo fue evaluar los efectos económicos de la contaminación hídrica generada sólo por la

Refinería. Posteriormente, sin embargo, al tomar conocimiento de la situación general, el objetivo se amplió hasta abarcar el impacto del Terminal Petrolero en la zona costera.

En lo relativo a los efectos de la sola Refinería, pudo hacerse un análisis de factibilidad; en el segundo, por razones de tiempo, recursos, y de información disponible, se efectuó solamente un análisis de prefactibilidad. Tal es el tema del artículo de Hernán Durán de la Fuente.

El proyecto conjunto constó de tres etapas de trabajo. La primera se abocó a recoger información y a precisar los límites y alcances que el proyecto podía tener. La segunda correspondió tanto a la preparación de los materiales para el seminario-taller de discusión, como a la realización del mismo. En esta y en la tercera etapa pudo llegarse a extraer determinadas conclusiones y se hicieron públicos los análisis y recomendaciones que se estimó debían poner en práctica las autoridades pertinentes. En el informe del seminario-taller que figura como anexo IV, están consignados la descripción del mismo taller, sus participantes, temática, bibliografía y resoluciones.

El carácter polifacético de la problemática que enfrentó ese seminario quedó en evidencia desde el comienzo mismo de las actividades, al comprobar, por ejemplo, que no existían estándares de calidad del agua –por lo que, en rigor, nunca se contamina–, hecho que denotaba, en consecuencia, una clara insuficiencia normativa, jurídica, política e institucional al respecto. Los problemas relativos a la contaminación de los efluentes de la ciudad de Esmeraldas y de los centros turísticos de la zona, a la depredación de los recursos marítimos y del suelo, y a la falta de un proyecto de desarrollo regional que pudiera al menos encauzar las expectativas y proponer alternativas de solución susceptibles de ser cuantificadas, están asociados todos con el mismo tipo de carencias. Como ya se mencionó, el trabajo de Fabián Sandoval, que trata de la relación entre desarrollo regional y medio ambiente, da cuenta de este tema.

PETROLEO Y DESARROLLO REGIONAL EN ESMERALDAS

J.F. Sandoval Moreano
Jefe Asesor Ambiental de la CEPE*

* Las opiniones vertidas en este documento no son necesariamente las oficiales de la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE).

Introducción

La provincia de Esmeraldas, que cuenta con una superficie de aproximadamente 15 000 km^2, es, después de la provincia de Sucumbíos, la región petrolera más importante del Ecuador.

Ubicada en la parte septentrional de la costa, limita al norte con la República de Colombia, y está dividida administrativamente en cinco cantones y 61 parroquias, ocho de las cuales son urbanas.

Las principales actividades petroleras de esta zona se encuentran localizadas en el cantón de Esmeraldas: allí se concentran, en efecto, tanto la Refinería Estatal Esmeraldas, su Terminal de Productos Elaborados (TEPRE) y su Terminal de Gas (TERGAS), como el Terminal del Oleoducto Transecuatoriano, el Terminal Petrolero de Balao y la cabecera del Poliducto Esmeraldas-Quito-Ambato.

Desde los inicios mismos de la vida republicana del Ecuador (1830), la provincia de Esmeraldas mantuvo estrecha vinculación con el mercado externo, pero estuvo al mismo tiempo virtualmente aislada del resto del país, en términos no sólo económicos y políticos, sino inclusive físicos.

Hasta la Segunda Guerra Mundial, la vinculación con el sector externo estuvo basada principalmente en la recolección de productos primarios para la exportación, en particular tabaco, caucho, tagua, maderas, resinas, cueros, oro, balsa, etc. Estas actividades estuvieron, en general, controladas por el capital intermediario extranjero, lo que dio origen a una típica economía de enclave, e impulsó paralelamente, un vigoroso desarrollo comercial de la ciudad de Esmeraldas.

La economía esmeraldeña fue, pues, una economía fundamentalmente natural, basada en el monopolio de las tierras aptas para la recolección, en estrecha vinculación con las casas comerciales. Después de la Revolución Liberal de 1895, la actividad recolectora empezó a complementarse con la productiva. Los ríos pasaron a constituir las principales vías de comunicación entre los puertos de exportación y las zonas de recolección.

Durante el período 1880-1948, la creciente demanda internacional de los productos antedichos fue satisfecha mediante la recolección que hacían los habitantes de la provincia y su posterior exportación –lícita e ilícita– por parte de intermediarios comerciales, que complementaron esta actividad con la importación de bienes suntuarios y de primera necesidad.

La dependencia en que se encontraba la economía provincial respecto del mercado externo la hizo sumamente sensible a las fluctuaciones de este último. Así, la economía recolectora y de exportación sufrió un fuerte deterioro cuando la Primera Guerra Mundial y la recesión que precedió a la Segunda contrajeron la demanda. Por el contrario, la Segunda Guerra Mundial tuvo efectos benéficos sobre la economía provincial, en virtud de la gran demanda de productos estratégicos (balsa y caucho) generada por ella.

El auge bananero, que data de los primeros años de la década de 1950, y que fue suscitado por la destrucción de las plantaciones centroamericanas y la política de fomento del gobierno nacional, significó para la provincia un período de inusitada bonanza económica, que permitió emprender ciertas actividades económicas secundarias, incorporar áreas insospechadas hasta entonces a la explotación económica, y expandir asimismo la frontera agrícola. Se construyeron carreteras y los escasos centros urbanos crecieron rápidamente. Dicho en pocos términos, el banano, una mera actividad recolectora hasta entonces, pasó a ser una actividad productiva de envergadura, que requería una poderosa organización empresarial y que, junto con generar una verdadera fiebre productiva, despertó muchas expectativas en la población (Fundación P.V. Maldonado, 1987, p. 9).

La crisis que sufrió la producción bananera esmeraldeña a partir de 1964,[3] fue principalmente producto de lo inadecuado de su clima, sus suelos y su topografía para este tipo de cultivo. Además, el predominio de pequeñas unidades de producción dificultaba una comercialización eficiente. Por otro lado, el hecho de que la mayoría de las plantaciones estuviera ubicada en los márgenes de los ríos aumentaba los costos y afectaba la calidad de la producción. Así pues, la crisis bananera dio inicio a una depresión generalizada de la economía provincial, depresión dentro de la cual se inscribe la distorsión provocada posteriormente por la actividad petrolera en el desarrollo socioeconómico esmeraldeño.

I. POBLACION

En Esmeraldas se concentra la mayor parte de la población negra del país; cuenta, además, con una minoría indígena Chachi (Cayapa) y un número importante de colonos provenientes del resto de la nación.

En 1964, hacia fines del período de auge bananero, la población de la provincia llegaba a 203 406 habitantes, con una densidad demográfica de sólo 13 habitantes por kilómetro cuadrado y extensas áreas despobladas. En el último cuarto de siglo su tasa anual de crecimiento fue de 4.2%, una de las más altas del país. Entre 1962 y 1974 la población aumentó 62.9%. El cantón de Esmeraldas, donde en los años setenta se ejecutarían importantes obras de infraestructura (puertos y proyectos energéticos), concentró en 1964 el 49.1% de la población provincial. En este cantón vivía, además, la mayor parte de la población urbana (60.3%) (Jaramillo, 1980, pp. 23 y 24).

Ocho años después, los datos definitivos del IV Censo de Población y III de Vivienda, 1982, precisaban que la población de la Provincia de Esmeraldas era de 249 008 personas, cifra muy semejante a la de la totalidad de la población amazónica del país. Las proyecciones para 1987 auguraban una población provincial de más de 310 000 habitantes.

Los cantones que presentan mayor concentración poblacional, a saber, Quinindé (18.4% del total provincial), y Esmeraldas (76.2%), son precisamente aquellos que están atravesados por el Oleoducto Transecuatoriano y el Poliducto Esmeraldas-Quito-Ambato. En el caso de Quinindé, el aumento de la población no deriva tanto de la actividad petrolera sino más bien de un continuo proceso de colonización espontánea, impulsado por la capacidad agropecuaria de la zona, que data de la época bananera.

En el caso del cantón de Esmeraldas y de la ciudad del mismo nombre, sí se puede afirmar que las perspectivas generadas por la construcción y funcionamiento de la Refinería Estatal Esmeraldas,

del puerto petrolero de Balao, del puerto comercial de Esmeraldas y del Oleoducto Transecuatoriano, generaron importantes movimientos migratorios, particularmente desde las provincias serranas del país.

En la actualidad, la ciudad de Esmeraldas tiene una población de alrededor de 100 000 habitantes, es decir, más de la tercera parte de la población provincial. La población femenina es más numerosa (52%) que la masculina, a diferencia de la tendencia general que exhibe el conjunto poblacional ecuatoriano.

En el último cuarto de siglo la ciudad acusó una tasa anual de crecimiento de 4.5%, una de las más altas del país; entre 1974 y 1979 su población total aumentó 21.8%. Este fenómeno se originó, por una parte, en la crisis que afectó a la actividad bananera y, por otra, en las perspectivas económicas generadas por las obras vinculadas al sector petrolero,[4] que impulsaron a masas crecientes de campesinos a buscar empleo en la ciudad.

II. ACTIVIDADES ECONOMICAS

Esta situación demográfica se complementa con lo que acontece a nivel de las actividades económicas. Conviene saber, en relación con éstas, que la mayor parte de la provincia de Esmeraldas está cubierta por un bosque húmedo tropical, y que entre sus unidades ambientales figuran especialmente bosques de tierras bajas, estuarios, tierras de trópico seco, ríos, lagos, mar y playa.

Esmeraldas es una región eminentemente agrícola: sus principales recursos son los grandes bosques y la tierra propiamente agrícola, que, aparte de la amplia variedad de productos que genera, permite el cultivo de extensos pastizales para el desarrollo ganadero. El sector agropecuario representa 48% del producto interno bruto (PIB) regional.

En 1982, la población económicamente activa (PEA) representaba 43.4% de la población mayor de 12 años, conformada ese año por 151 619 personas. Sin embargo, en 1974 el porcentaje era mayor (45.3%), debido sin duda al incremento relativo de la población inactiva que se había producido en el intertanto, especialmente de aquellos que en el último censo declararon ser sólo estudiantes.

Dos tipos principales de agricultura pueden detectarse en la provincia: la agricultura de zona seca, localizada en la costa, y la agricultura de zona húmeda, en el interior.[5] Por otro lado, los principales cultivos son: arroz, maíz duro, frejol, tubérculos y raíces,

hortalizas, frutales, cítricos, aguacate, fibra textil, caña de azúcar y oleaginosas.

Entre 1968 y 1974, como consecuencia del abandono del campo por la creciente migración intraprovincial hacia la ciudad de Esmeraldas, tuvo lugar una clara merma de la superficie agrícola explotada: la superficie de los principales cultivos se vio reducida casi 74%. A excepción de los cultivos de arroz, se apreciaron retrocesos significativos en banano, plátano, cacao, algodón, cítricos y otros (Jaramillo, 1980, p. 25).

La propiedad de la tierra está menos concentrada que en el resto del país; sin embargo, las grandes explotaciones ocupan las tierras de mejor calidad y más fácil acceso. La fuerza de trabajo es fundamentalmente de carácter familiar en las pequeñas explotaciones, y asalariada en las grandes; en ellas se cultivan de modo extensivo productos tales como banano, palma africana, café, cacao, etc.

Las actividades hidrocarburíferas no han tenido, en general, prácticamente ningún efecto sobre la estructura de la tenencia de la tierra. El nivel de mecanización y el uso de fertilizantes son bajos, y, en consecuencia, también lo es la productividad, a pesar de que se podría fácilmente elevarla mediante mejores técnicas de cultivo y una tenencia más adecuada de la tierra.

La ganadería, que se concentra particularmente en las grandes propiedades, no está tecnificada y es principalmente productora de carne. Abastece al mercado local, a las provincias de Manabí y de Guayas, y al sur de Colombia. A la ganadería vacuna, la más extendida, le siguen en importancia la porcina, la caballar y la mular, aunque se han verificado avances significativos también en la cría de aves.

Las vías de penetración rural comenzaron a desarrollarse de manera notoria a partir de 1974, como consecuencia de los mayores recursos que le dieron al Estado los ingresos petroleros. Esta infraestructura vial ha contribuido a ampliar la frontera agropecuaria.

La posición y la conformación geográficas privilegiadas de la provincia hacen que la pesca adquiera gran significación. Esmeraldas posee, tanto en sus ambientes estuarinos como en los de mar abierto, grandes riquezas ictiológicas, entre las que se cuentan el camarón, el langostino, el pescado blanco, la langosta, la concha prieta, los ostiones, las almejas, los cangrejos. La captura se hace de manera artesanal o por medio de grandes flotas pesqueras industriales. El producto se destina generalmente al autoconsumo, al mercado provincial y a las plantas congeladoras de Guayaquil y Manta, desde donde se lo remite posteriormente al mercado local e internacional.

La ciudad de Esmeraldas es el centro pesquero más importante de la provincia; sin embargo, carece de una infraestructura adecuada para la pesca artesanal, principalmente porque el puerto pesquero artesanal con que cuenta está a medio construir y porque además el estar situado en la desembocadura del Esmeraldas le acarrea serios problemas de sedimentación.

La pesca industrial es bastante considerable, pero las embarcaciones que se dedican a ella, provienen de otros puertos pesqueros del país (Guayaquil y Manta).[6] Por otro lado, como su producto no es elaborado en la provincia, pues prácticamente no existe una industria procesadora de productos del mar, el valor agregado de la pesca industrial en la provincia es nulo. Además, la pesca industrial con redes de arrastre ha mermado indiscriminadamente los recursos ictiológicos, haciendo cada vez más difícil la pesca artesanal. Asimismo, la sobreexplotación de varias especies ha restado también potencial ictiológico a la provincia.

En los últimos años, gracias a los recursos que ha generado el petróleo y que ha canalizado la política de fomento del Estado, se ha dado un fuerte impulso a la acuicultura de camarones, mediante la construcción de piscinas y laboratorios para tal efecto. Sin embargo, el escaso desarrollo tecnológico de este nuevo renglón productivo ha significado la destrucción de importantes áreas del manglar, al tiempo que la pesca indiscriminada de larvas prepupales ha implicado la eliminación de las fases larvales de otros crustáceos y peces. Por otra parte, los derrames de hidrocarburos en las operaciones de carguío de crudo y de derivados han afectado repetidamente la producción de larvas de camarones en aquellos sectores cercanos a la actividad petrolera.

La riqueza en bosques de la provincia, y el fácil acceso a éstos a través de amplios ríos, han permitido un rápido desarrollo de la actividad forestal. Esta se encuentra principalmente en manos de grandes compañías madereras, nacionales o extranjeras, aunque también participan colonos e indígenas de la región.

De acuerdo con el régimen legal ecuatoriano, el patrimonio forestal de Esmeraldas pertenece al Estado; éste adjudica concesiones y percibe un valor por la madera que extraen las compañías concesionarias.

El desarrollo del país, estimulado por los ingresos petroleros, ha determinado la instalación de grandes empresas madereras concesionarias en la provincia de Esmeraldas, empresas que han fomentado un modelo monopsónico que les permite no sólo controlar directamente vastas áreas boscosas sino también abastecerse de la madera producida por los colonos y los nativos Chachi. Estas empresas cuentan, además, con plantas procesadoras

para la producción de madera contrachapada y tableros aglomerados, que luego derivan al mercado local e internacional.

Las empresas no cumplen, sin embargo, con las disposiciones relativas a la reforestación a que las obliga la ley, lo que ha significado una creciente deforestación que pone en peligro la capa vegetal, que ya ha empezado a desaparecer. Los colonos operan, por su lado, con aserraderos mecánicos y manuales, los cuales, pese a su carácter artesanal, contribuyen también a intensificar este proceso devastador, al que viene a sumarse, además, la expansión de la frontera agrícola a expensas del bosque.

La actividad maderera proporciona ocupación directa a 12 000 personas en la explotación forestal y a 2 281 en la manufactura de productos de madera; el empleo indirecto o inducido por la actividad alcanza, por su lado, a aproximadamente 4 280 personas (Montaño, 1982, p. 38).

Aparte de la actividad manufacturera ligada a la explotación forestal que acabamos de mencionar, y de la actividad petrolera a que nos referiremos en un momento, la provincia no cuenta con un desarrollo industrial de envergadura, en parte porque la escasa capacidad de ahorro local ha determinado niveles muy bajos de inversión. De hecho, la mayor parte de la inversión, en particular la de los grandes proyectos, se origina fuera de la provincia.

La actividad industrial más importante, no sólo de la provincia sino de todo el país, es la que lleva a cabo la Refinería Estatal Esmeraldas. Dado que la descripción de la Refinería no es tema de ésta, sino de otras secciones del presente informe, basta señalar aquí que esta planta industrial genera poco empleo directo en la provincia, pues la especialización que requiere hace que sólo 37% de sus empleados sea contratado en la región misma (INERHI/CONADE/OEA, 1981, p. 74).

Con todo, hay una serie de industrias, localizadas principalmente en la ciudad de Esmeraldas, que están relacionadas con la producción de alimentos, bebidas y tabaco, y, asimismo, con la construcción. Sin embargo, dado su carácter familiar, poco han contribuido estas actividades, salvo las vinculadas a la industria maderera, a la generación sostenida de empleo.

Es posible que las causas del escaso desarrollo industrial de la zona guarden relación con la pequeñez del mercado interno, que deriva a su vez de lo reducido de la población y de la persistencia de una demanda de tipo tradicional. Por otra parte, la competitividad de los bienes provenientes del resto del país y del exterior (en especial de Colombia), ha incidido negativamente en el desarrollo industrial de la zona. También debe señalarse aquí que los

empresarios industriales provienen en general de otras zonas del país e incluso de fuera de él.

Por otra parte, en contraste con la riqueza de sus recursos naturales, la provincia carece de las infraestructuras indispensables para una adecuada provisión de energía eléctrica, de agua, de telecomunicaciones y de transporte; además, cuenta con una mano de obra muy poco capacitada, y no se ha beneficiado mayormente de los programas de fomento del Estado.

En último término, la actividad petrolera en Esmeraldas no ha tenido los efectos que cabía esperar sobre el sector industrial, principalmente porque no ha generado una demanda directa de bienes manufacturados que pueda ser cubierta por la industria local, y porque la demanda indirecta, esto es, aquella que deriva en este caso de los ingresos crecientes que perciben los trabajadores vinculados al sector moderno de la economía regional, se orienta a bienes y servicios de carácter suntuario que no son producidos en la provincia y que tienen que ser suministrados desde fuera de ella o del país.

Esta nueva estructura de la demanda surgió tan pronto se inició la construcción de la Refinería Estatal. En efecto, en ella intervino un significativo número de trabajadores y técnicos procedentes del extranjero (asiáticos, en particular) y de las demás provincias del Ecuador, dando inicio así a un proceso de distorsión del consumo y de acelerado incremento de precios.

El *sector artesanal* reviste especial importancia dentro de la actividad manufacturera, no sólo por el volumen de bienes y servicios que produce sino también porque éstos corresponden a las características del consumo tradicional del mercado local.

III. INFRAESTRUCTURA BASICA Y SERVICIOS

Es importante recordar, con relación a este punto, que la provincia de Esmeraldas se ha caracterizado por su marcado aislamiento del resto del Ecuador. De hecho, su vinculación física con el resto del país comenzó a hacerse parcialmente efectiva recién en 1948, gracias a la inauguración de la carretera Santo Domingo-Quinindé (Jaramillo, 1980, p. 23). Posteriormente, en la década de 1960, la carretera Esmeraldas-Quinindé-Santo Domingo-Quito la conectó con la sierra. Sin embargo, ya en 1958 había quedado unida con la localidad de Ibarra ubicada en la sierra, por medio del trazado de 200 km de longitud, del ferrocarril Ibarra-San Lorenzo, que incorporó una importante sección de la provincia a la economía

nacional, volviéndola sin embargo, al mismo tiempo, extremadamente dependiente de un servicio que no ha funcionado nunca de manera eficiente.

La provincia posee una red vial de aproximadamente 1 500 kilómetros, compuesta por carreteras principales y caminos vecinales y de verano. Sin embargo, la construcción de la Refinería Estatal Esmeraldas significó, por otro lado, la destrucción de la vía Esmeraldas-Quinindé a consecuencia del tráfico pesado que implicó el continuo transporte de equipos e insumos para ese complejo industrial. La provincia dispone además de un aeropuerto, Tachina, en el cual pueden operar aeronaves de gran autonomía de vuelo, y que cuenta con un servicio comercial diario hacia y desde Quito.

Las vías fluviales tienen gran importancia en la zona: de hecho, muchas localidades no tienen otra forma de comunicación que las canoas a remo o motor.

El puerto comercial de Esmeraldas, construido entre 1970 y 1980, dispone de amplias facilidades para el tráfico de buques de carga de hasta 20 mil toneladas; sin embargo, no tiene gran movimiento, y se limita principalmente a la exportación e importación de productos desde y hacia la región norte de la sierra. Pese a ello, y a seguir siendo subutilizado, ha permitido descongestionar los restantes puertos del país, pero ha generado al mismo tiempo algunas pugnas intrarregionales.

Junto al puerto comercial se encuentran el puerto pesquero artesanal y el muelle de cabotaje, instalaciones de gran utilidad tanto para la pesca artesanal e industrial, como para el comercio y transporte de pasajeros.

El Terminal Petrolero de Balao está ubicado a cuatro kilómetros del puerto de Esmeraldas. En tierra cuenta con una capacidad de almacenamiento de 2.7 millones de barriles de petróleo; gracias a la operación de dos monoboyas, ubicadas tres millas mar afuera, y de un sistema de mangueras flotantes, puede cargar el crudo del oriente en buques tanques de hasta 100 000 toneladas de peso muerto (TPM).

La Refinería Estatal Esmeraldas desempeñó un importante papel en el proceso de electrificación del país, pues permitió disponer, a un costo relativamente bajo, de un flujo sostenido de combustibles para las unidades termoeléctricas. Eso mismo produjo, sin embargo, una distorsión en cuanto al origen de la producción de energía, que ha sido corregida en los últimos años mediante la construcción de grandes unidades hidroeléctricas.

El servicio de energía eléctrica de la provincia se limita prácticamente a las áreas urbanas. La energía es generada por plantas termoeléctricas, la principal de las cuales es la Central

Termoeléctrica de Esmeraldas, construida entre 1978 y 1981 y localizada frente a la Refinería Estatal: genera 130 000 KWH y utiliza el *bunker* producido por ella. Su capacidad está, sin embargo, subutilizada, porque apenas la mitad de las viviendas de la ciudad cuenta con servicio eléctrico, y 80% de las viviendas del área rural no dispone de él.

El crecimiento demográfico de la provincia se ha reflejado también en el desarrollo de la vivienda: en 1974 había en la provincia 33 893 viviendas, cifra que, de acuerdo con los datos del III Censo de Vivienda, 1982 (INEC, 1983), llegó ese año a 57 810, entre viviendas ocupadas, desocupadas y en construcción. El número de habitantes por vivienda alcanzó así un promedio de 4.3 en 1982, sensiblemente mejor que el promedio de 6 h/v que imperaba en 1974.

Por otro lado, 57.5% de las viviendas de la provincia se distribuye en el área rural; el 42.5% restante, como es evidente, lo hace en el área urbana. Del mismo modo, hay menor hacinamiento en la zona rural (3.9 h/v) que en la zona urbana (4.8 h/v). Debe tenerse presente que esta cifra es superior al promedio nacional para el área urbana, equivalente a 4.1 h/v; la media provincial para el área rural es, en tanto, idéntica a la nacional.

En la ciudad de Esmeraldas habían 19 216 viviendas en 1982, es decir, un promedio de 4.7 habitantes por unidad. Hay que precisar que la calidad física de muchas de estas viviendas está por debajo de los estándares aceptables. Además, el hecho de levantarse sobre los bancos de arena del río Esmeraldas o en las pendientes de las colinas las hace sumamente inestables. Esta situación se explica por la presión poblacional que ha ejercido el intenso flujo migratorio hacia la ciudad de Esmeraldas, flujo que ha generado un incremento de la marginalidad en general, pero que en el terreno de la vivienda se manifestó en la forma de un crecimiento explosivo de barrios periféricos que carecen de los servicios urbanos más elementales.

Las condiciones de saneamiento ambiental de Esmeraldas son dramáticas, pues apenas 37.7% del área urbana dispone de sistema de eliminación de aguas servidas por medio de alcantarillado, cuyo contenido se descarga por lo demás sin tratamiento alguno en el río Esmeraldas. Solamente 42% de la ciudad del mismo nombre está conectado a la red de agua potable (PMRC, 1987, p. 54).

Tal como hemos visto en relación con otros aspectos generales de la vida de la provincia, la educación presenta también serias deficiencias. Desde ya, prácticamente no se forman en ella profesionales de nivel medio y superior que puedan desempeñarse en las nuevas actividades que se desenvuelven en la provincia, en abierta disonancia con el auge económico que se vivió durante el

período de construcción y de inicio de las operaciones de los proyectos energéticos. Así, hacia 1980, el 42.3% de la población mayor de 12 años no tenía educación alguna, y 41.6% sólo educación primaria. De igual modo, sólo 11% había completado la educación secundaria y apenas 1% la superior (Jaramillo, 1980, p. 27).

Hay, por otro lado, una clara disparidad entre la situación educacional del área rural y la de la urbana. En el área rural la relación alumno/profesor es muy alta, debiendo un solo profesor atender varios cursos simultáneamente, con el consiguiente deterioro del nivel de educación que se imparte en la provincia. En el área urbana, por el contrario, la situación es incuestionablemente mejor. La disparidad proviene fundamentalmente, entre otras razones, de los problemas que encuentran los niños de las áreas rurales para acceder a los centros educacionales y, asimismo, de la necesidad en que se hallan, a causa de los bajos ingresos de la población rural en general, de sumarse desde edades tempranas al trabajo familiar.

La tasa de analfabetismo se ha reducido en la última década y se estima que en la actualidad bordea, en promedio, el 20%. Sin embargo, la tasa rural es tres veces superior a la urbana.

Con todo, la provincia se encuentra en medio de un intenso esfuerzo en materia de educación, que se espera llegue a formar mano de obra calificada, siempre que el proceso educativo esmeraldeño pueda apartarse de la tradición humanista que ha prevalecido en la educación del país.

Las condiciones generales de salud de la provincia distan mucho también de ser satisfactorias. Dada la precaria situación socioeconómica de la mayoría de la población, muchos de sus habitantes presentan claros síntomas de desnutrición, condición que, unida a la parasitosis y la malaria igualmente frecuentes, termina provocando los típicos cuadros de anemia tropical.

El índice de mortalidad infantil de la provincia es de 103%, en contraste con el 81.9% a nivel nacional. La baja cobertura de los servicios de salud contribuye a hacer de la enteritis y otras enfermedades diarreicas las principales enfermedades mortales. En efecto, como se sabe, la prevención y la mejora de los servicios de saneamiento ambiental y de salud en general puede reducir considerablemente la frecuencia de estos males.

A fines de la década de 1970, la provincia acusaba un gran déficit de personal médico y paramédico: contaba, de hecho, con 1.37 médicos, 0.15 odontólogos, 0.05 obstetrices y 0.51 enfermeras por cada 10 000 habitantes (INERHI/CONADE/OEA, 1981, p. 52).

La provincia dispone de apenas siete servicios de hospitalización y de escasos centros de salud y dispensarios, la

mayoría de ellos concentrada en el área urbana, con una capacidad de hospitalización de sólo 280 camas.

Esmeraldas es también una región turística. En ese sentido, ofrece innumerables atractivos, sea actuales o en potencia, frecuentados no sólo por visitantes del ámbito local y nacional, sino asimismo, en forma creciente, por gran número de extranjeros. El desarrollo del turismo data de los últimos 15 años, y la actividad petrolera ha incidido directa e indirectamente en su crecimiento.

Sin embargo, diferentes factores negativos, tales como el aislamiento, la mala calidad del agua y de la arena, la ocupación caótica de los frentes de playa, la escasez de comunicaciones y de servicios, la falta de mantenimiento, y la ausencia de planes de manejo, han obstaculizado esa actividad. No obstante, la cercanía de las ciudades de la sierra norte y centro ha contribuido a que se superen muchos de estos problemas y a que en la actualidad se disponga al menos de una infraestructura turística básica, lejos aún, sin embargo, de satisfacer adecuadamente la demanda nacional y extranjera en temporadas altas, y de utilizar racionalmente los recursos.

IV. AMBIENTE

Los efectos que sobre el ambiente han provocado la Refinería Estatal Esmeraldas, el Puerto Petrolero de Balao, el Oleoducto Transecuatoriano y el Poliducto Esmeraldas-Quito, son tratados en detalle en los demás trabajos del presente informe, pero pueden resumirse en los siguientes puntos.

La refinería cuenta con un sistema para el tratamiento de las aguas, que consiste fundamentalmente en una serie de piscinas donde se recogen y procesan los desechos industriales. Este sistema está conectado con los ríos Teaone y Esmeraldas, el último de los cuales desemboca en el Océano Pacífico. Las piscinas suelen desbordarse durante las épocas de lluvias, contaminando toda la zona aledaña. La población considera, por lo demás, que los residuos que se desechan por el río Teaone no están lo suficientemente tratados. Un informe técnico de la Dirección de Medio Ambiente (DIGEMA), repartición dependiente del Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, señala que el sistema de tratamiento de efluentes con que cuenta la Refinería opera sólo al 40% de su capacidad.

De la refinería emana además en forma constante una masa de gases contaminantes que no son filtrados adecuadamente, y que

pueden incluso percibirse desde la ciudad, situada a aproximadamente ocho kilómetros de la planta.

Hasta el momento, el accidente ambiental más serio ha sido el que ocurrió en noviembre de 1984, cuando se derramaron alrededor de 100 000 galones de productos limpios derivados del petróleo en la cabecera del Poliducto Esmeraldas-Quito. Los informes técnicos atribuyeron el incidente a fallas humanas y a fallas del sistema de operación y control automático. El derrame tuvo como consecuencia la contaminación de los ríos Teaone y Esmeraldas, que adquirieron con eso un índice de inflamabilidad tan elevado, que cualquier medio de ignición podría haber desencadenado una tragedia de incalculables consecuencias. Con todo, hubo una pérdida parcial de flora y fauna acuáticas.

En 1979 el Oleoducto Transecuatoriano se rompió a la altura del cantón Quinindé, ocasionando un grave derrame de petróleo crudo, con los consiguientes efectos negativos sobre el suelo y las aguas.

En el Terminal Petrolero de Balao, junto a los tanques de almacenamiento, se encuentran las piscinas para el agua de lastre de los buques tanques. Sin embargo este sistema ha dejado de funcionar desde principios de esta década, porque los buques que operan en este terminal cuentan con tanques separados para el agua de lastre.

Ha sido inevitable que en el curso de los últimos 17 años de exportaciones petroleras se hayan producido fugas de crudo, principalmente a la altura de las monoboyas, durante el proceso de carga de los buques tanques. Si se considera que se carga un promedio de dos buques por semana, cada uno de aproximadamente 75 000 TPM, puede tenerse una idea de la contaminación que los derrames accidentales de crudo han provocado en el agua y las playas adyacentes.

V. EL PAPEL DE LA REFINERIA EN EL DESARROLLO DE ESMERALDAS

Uno de los aspectos más sobresalientes de los efectos de la actividad hidrocarburífera en el Ecuador, es el relacionado con el papel que ha correspondido a la construcción y funcionamiento de la Refinería Estatal Esmeraldas y del Puerto Petrolero de Balao en el desarrollo urbano de Esmeraldas.

Como se señaló anteriormente, la provincia de Esmeraldas se ha caracterizado por el predominio de una economía de

exportación. Así, al terminar la época de auge bananero (aproximadamente a comienzos de los años sesenta), la población económicamente activa entró en un proceso de pauperización y desempleo. La fuerza de trabajo desocupada se instaló entonces en la ciudad de Esmeraldas, y creó o incrementó los cinturones de miseria, reforzando de ese modo el creciente ejército industrial de reserva.[7]

Habrían de pasar más de diez años antes de que las esperanzas de esa gran masa de desocupados pudieran reavivarse ante la perspectiva de conseguir un puesto de trabajo y mejorar su deteriorado nivel de vida. Sin embargo, como se apreciará más adelante, muchas de esas esperanzas jamás pudieron ser colmadas.

La construcción del puerto petrolero de Balao, del sistema de tanques de almacenamiento de crudo, y el tendido del Oleoducto Transecuatoriano en tierra esmeraldeña (1970-1972), junto con la construcción del nuevo puerto marítimo (1970-1980), de la Refinería Estatal (1974-1977), del Poliducto Esmeraldas-Quito (1978-1980), y de la Central Termoeléctrica (1978-1981), generaron grandes expectativas de progreso económico y social en el país, y particularmente en la región esmeraldeña.

Los efectos socioeconómicos de la construcción de la Refinería, cuya capacidad original fue de 55 600 barriles diarios, fueron decisivos en el desarrollo urbano de la ciudad, sobre todo por la magnitud de la inversión, la índole de las obras que se ejecutaron, y por el uso intensivo de capital que caracterizan el funcionamiento del complejo.

En el desarrollo seguido hasta ahora por la Refinería pueden distinguirse claramente *tres etapas*: la construcción y montaje, el funcionamiento inicial, y la ampliación. Las dos primeras fueron las que más decisivamente influyeron en el desarrollo de la ciudad.

Durante la etapa de construcción y montaje, que se inició en 1974 sobre un área de más de un millón de metros cuadrados, la generación de gran cantidad de empleos directos e indirectos, dio impulso a un multitudinario movimiento migratorio hacia la ciudad, tanto desde la misma provincia como desde otras regiones del país. Entre 1962 y 1974, la población de la ciudad de Esmeraldas creció a un ritmo anual superior al 5% y llegó así casi a duplicarse.

La ciudad, dotada de una infraestructura ya deficitaria, no pudo ciertamente satisfacer las demandas que sobrevinieron a raíz del explosivo crecimiento de su población, de modo tal que los moradores de menores recursos fueron ubicándose en sectores periféricos, verdaderos cinturones de miseria que continúan creciendo hasta el día de hoy, en medio de condiciones sumamente

precarias y desprovistos de servicios tan básicos como alcantarillado, agua potable, espacios verdes, pavimentación, etc.

Como la construcción de la infraestructura petrolera de Balao demandó el desalojo de los pescadores artesanales que vivían junto a la playa y su reubicación en zonas interiores, éstos vieron seriamente dañadas sus formas tradicionales de vida. Por otro lado, la construcción de la Refinería obligó también a desalojar a los pobladores que habitaban a la orilla del río, pero en este caso, la protesta organizada de los desalojados obligó a la CEPE a construir 45 casas y una escuela para reubicarlos.

Durante la fase de construcción y montaje de la Refinería se contrató a dos grupos de empleados claramente diferenciados. Por un lado, de manera relativamente masiva pero temporal, a mano de obra no calificada, que recibió, debido en parte al exceso de oferta de trabajo, salarios bastante bajos. Por otro, a profesionales con una calificación acorde con el elevado nivel tecnológico de la obra. Estos técnicos percibieron, como era previsible, remuneraciones muy superiores a las del resto de los empleados, creando un verdadero desnivel entre unos y otros: se estima, en efecto, que las remuneraciones de los técnicos eran ocho veces superiores a las de los obreros no calificados. Desde entonces se identificó peyorativamente a los técnicos, que pasaron a gozar de una situación social de privilegio, como "trabajadores de la CEPE". Conviene destacar, además, que se contrató a gran número de profesionales asiáticos (coreanos y japoneses), cuyos sueldos eran pagados en dólares.

Sin embargo, durante la construcción de la Refinería, la utilización de mano de obra no calificada se concentró fundamentalmente en una primera etapa, y no alcanzó magnitudes muy apreciables, sobre todo si se tienen en cuenta los niveles de desempleo y subempleo existentes en la zona. Por otra parte, como acabamos de decir, se produjo una significativa inmigración de mano de obra calificada, pues tanto el montaje como el funcionamiento de este complejo industrial precisaron de técnicos de gran preparación. Consecuentemente, la construcción y montaje de la Refinería no pudieron contrarrestar el alto nivel de desempleo y subempleo imperante en la ciudad y en la provincia..

Como bien afirmara el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE, 1980, pp. v y vi), a propósito de la construcción de la Refinería, la población nativa, especialmente la del estrato popular, parece convencida de que esas instalaciones, que van a significar mayores ingresos para el país, no mejorarán la suerte de la mayoría de los habitantes de la ciudad. La falta de técnicos del lugar ha hecho necesaria la contratación de mano de obra calificada en otras

regiones, creando así un sentimiento de recelo y descontento que se contrapone a las expectativas que se habían formado cuando recién se iniciaban las obras. Esta situación se agrava además por el hecho de que uno de los muchos efectos de la instalación del puerto de Balao y de la Refinería ha sido la elevación desmedida de los precios, empeorando así las condiciones de vida de los estratos pobres.

La presencia de este sector de ingresos superiores, del que forma parte también el personal técnico empleado en los restantes proyectos energéticos y en la construcción del puerto, provocó, en efecto, un alza desmesurada del costo de la vida local. Los costos de los servicios, particularmente los de vivienda, se elevaron de modo sustancial; los pobladores de ingresos medianos y bajos entregaron sus casas en arriendo y prefirieron desplazarse a zonas apartadas y menos cotizadas de la ciudad. También los artículos de primera necesidad se encarecieron notablemente, y se pagaron incluso sobreprecios por los de mejor calidad. Paralelamente se desarrolló un mercado de artículos suntuarios, que modificó los hábitos de consumo de la población.

Ahora bien, cuando terminó la etapa de construcción, se arrojó al desempleo a una gran masa de trabajadores, agravando así aún más la situación ocupacional ya crítica de la provincia.

Para la puesta en marcha y la fase propiamente operativa de la Refinería, se capacitó a un grupo de operadores en Colombia, específicamente en las dependencias de la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL), y se contrató adicionalmente a técnicos nacionales en distintas provincias del país. Ahora bien, debido a la escasez de mano de obra calificada en la provincia, los trabajadores esmeraldeños ocuparon normalmente los puestos más bajos, los menos exigentes y peor remunerados, mientras las funciones técnicas superiores y los cargos directivos eran cubiertos por personal no esmeraldeño. Este representa, en definitiva, aproximadamente 30% del personal del complejo, y ocupa, en general, las posiciones medias e inferiores, a pesar incluso de que la política de empleo de la CEPE contempla llenar las vacantes mediante concursos, convocados primero en Esmeraldas y luego en el resto del país.

Para cubrir el incremento de la demanda interna de combustibles, la CEPE contrató los servicios, en mayo de 1985, del consorcio japonés Sumitomo-Chiyoda, el mismo que había construido la planta a partir de 1974, para ampliar la Refinería. La ampliación significó que la producción aumentara de 55 600 a 90 000 barriles al día. Las obras civiles se iniciaron en noviembre de ese año y la nueva planta entró en operaciones en septiembre de 1987.

La ampliación tuvo lugar en los primeros años de una crisis global que sigue afectando al país, cuyo detonante fue la presión de la deuda externa sobre la economía ecuatoriana, que se había visto afectada, además, por la caída de los precios del petróleo en el mercado internacional y, posteriormente, por la suspensión forzada de las exportaciones de crudo del oriente del país, a raíz de los serios daños que el terremoto de marzo de 1987 había provocado en el Oleoducto Transecuatoriano.

Ahora bien, aunque la ampliación de la Refinería generó empleo para los esmeraldeños, sus efectos más importantes se hicieron sentir no tanto en este terreno como en el de la demanda de equipos y materiales de origen nacional, como consecuencia de la desagregación tecnológica que se implantó en ella.

Las cifras que presentamos a continuación pueden dar una idea de la escasa participación esmeraldeña dentro del personal de la planta. En 1984 trabajaban en ella 881 personas, 16.2% de las cuales se desempeñaba en servicios, 10.8% en administración, y 73%, esto es, el grupo más numeroso, como profesionales y técnicos. Ahora bien, sólo 3% de estos últimos eran esmeraldeños; al mismo tiempo, pese a que el personal ocupado se había incrementado 11.1% hasta 1988, la participación esmeraldeña seguía siendo la misma de 1984.

Para solucionar el problema habitacional de sus trabajadores, la CEPE procedió en la misma forma en que habría actuado una empresa transnacional: construyó un enclave habitacional, llamado la Ciudadela de la CEPE, alejado no sólo físicamente de la ciudad, sino también totalmente divorciado del desarrollo socioeconómico y cultural de Esmeraldas. La Ciudadela cuenta con 250 casas de hormigón armado y 45 de material prefabricado; dispone de un complejo comunal que comprende un área comercial y de servicios, canchas deportivas y escuela; cuenta además con sistemas propios de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado. Como puede apreciarse, se trata de un sector exclusivo, donde viven alrededor de 1 500 personas, un barrio cuyas características físicas y socioeconómicas contrastan notablemente con la pobreza de toda la estructura urbana de Esmeraldas, lo que constituye un motivo adicional de resquemor de parte de los habitantes de la ciudad hacia la empresa petrolera estatal.

Una de las razones que impiden una solución al menos parcial de estos problemas, es que la CEPE no cuenta con una política social, no solamente para Esmeraldas sino, en general, para todas las áreas del país en que opera, porque la corporación ha tenido por costumbre ignorar los efectos negativos, directos o indirectos, que derivan de sus actividades.

En un comienzo se había producido cierto acercamiento entre la empresa y la población, gracias a la ayuda monetaria y material prestada por aquélla para escuelas, clubes deportivos y culturales, y actividades sindicales. La CEPE realizó también una serie de obras de beneficio comunal, tales como la apertura de terrenos para estadios deportivos o la colaboración en veladas populares. Hasta 1977 había llegado incluso a organizar durante cuatro años consecutivos una maratón anual, inicialmente de carácter local, pero que posteriormente fue ampliándose al ámbito provincial y nacional. Estas actividades, pese a que constituían un importante vínculo con la población local, fueron suspendidas a partir de 1982, debido a las restricciones impuestas por la política económica del Estado para afrontar la crisis fiscal.

En la actualidad, las relaciones de la Refinería con la comunidad son escasas, y se establecen sobre todo en torno a aquellas situaciones, tales como siniestros o emergencias, en los cuales la corporación está prácticamente obligada a prestar su concurso.

Sin embargo, a partir de 1984, la administración de la CEPE inició un programa, llamado Fondo de Desarrollo Comunal, que consiste en una determinada cantidad de recursos, no reembolsables, que la Corporación extrae de su propio presupuesto para financiar obras de infraestructura comunal y de rescate cultural en las zonas donde opera. Sin embargo, desde ese año hasta 1988, la provincia de Esmeraldas ha recibido un aporte de sólo 52.1 millones de sucres, equivalente a apenas 8% del total de los desembolsos efectuados por el Fondo de Desarrollo Comunal en el país. Este bajo porcentaje se explica, entre otras cosas, no porque la provincia no necesite obras de infraestructura social, sino por la ineficacia técnica y política de los organismos locales que no han podido diseñar, ejecutar, ni administrar adecuadamente proyectos de desarrollo socioeconómico para la provincia. No obstante, estos mismos organismos reclaman permanentemente atención, como lo hiciera últimamente, por ejemplo, el alcalde de Esmeraldas, cuando se quejaba de que pese a la existencia de instituciones de la envergadura de la CEPE y de Texaco en Esmeraldas, que obtienen grandes beneficios en la provincia, el Municipio y el Consejo de la ciudad no recibieran ayuda monetaria alguna de parte de ellas.

Por otra parte, la Refinería mantiene un programa llamado Casa abierta, que consiste en recibir visitas de personas interesadas en conocer la planta y su funcionamiento. Sin embargo, debido a la falta de promoción del programa y al divorcio existente entre la Refinería y la población esmeraldeña, no son precisamente los

lugareños los que la visitan, sino más bien los habitantes de otras regiones del país.

Auspiciado inicialmente por las organizaciones sindicales de la Refinería, viene desempeñándose desde hace algunos años en el fútbol provincial el equipo Esmeraldas Petrolero, que en 1985 ascendió a la primera división del fútbol profesional, empezando a contar desde ese momento con el apoyo de la administración de la CEPE. Esta circunstancia tuvo un efecto abiertamente positivo en el ánimo de la población esmeraldeña hacia la Refinería y hacia la CEPE en particular, pues era la primera vez que el fútbol de la provincia, considerado por lo demás desde hace mucho como un semillero nacional de jugadores, llegaba a actuar entre los principales equipos del país.

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, puede decirse que los principales cambios ocurridos en el desarrollo de Esmeraldas, por efecto de la instalación de la Refinería, del Puerto Petrolero de Balao y del resto de los grandes proyectos que se levantaron junto con las obras petroleras, son, enumerados de modo esquemático, los siguientes:

- Amplias modificaciones en la estructura poblacional: incremento en el número; variación de la composición y distribución espacial; concentración poblacional urbana y despoblamiento de las áreas rurales.
- Anomalías en el proceso de urbanización: asentamientos urbanos desordenados; presión por el uso del suelo urbano; déficit de vivienda; hacinamiento; crecimiento explosivo de barrios suburbanos de construcción ligera, y desprovistos de servicios básicos. Elevación violenta del precio de la tierra urbana; falta de legalización respecto de su posesión. Sobrevaloración de la vivienda, incremento especulativo de los cánones de arrendamiento.
- Agravamiento crítico del déficit de servicios de educación, salud y saneamiento ambiental.
- Encarecimiento del costo de la vida, especulación en los precios de todos los artículos, y, en especial, de los productos de primera necesidad. Escasez de estos últimos ante la incapacidad productiva de la provincia para abastecer su demanda.
- Frustración de las expectativas de empleo y mejoramiento de la calidad de vida que se habían creado la población local y la inmigrante. El empleo generado durante la fase de construcción de los proyectos fue importante en volumen, pero no alcanzó a cubrir

la oferta mucho mayor de fuerza de trabajo. Esta situación se vio agravada por la carencia de infraestructura industrial. Las únicas actividades que crecieron fueron el comercio y, en menor medida, los servicios de restaurantes y hoteles. La población marginada del empleo de los grandes proyectos se dedicó a actividades económicas informales, tales como la venta ambulante; los trabajos eventuales de prestación de servicios personales en casas familiares, restaurantes y bares; y la pesca artesanal para el consumo familiar. Todos estos trabajos son, como se sabe, de baja productividad y escasa, desigual e inestable remuneración.

- Proliferación de la delincuencia, del tráfico de estupefacientes y de la prostitución, actividades que en la actualidad han llegado a niveles críticos.

- Pérdida de los valores culturales de la población esmeraldeña; generalización de hábitos y costumbres ajenos a sus tradiciones. Pérdida de la identidad etnocultural, sobre todo entre la población joven urbana, a raíz de la integración masiva e indiscriminada de elementos culturales foráneos.

- Deterioro del ambiente: contaminación del agua de los esteros, ríos y océano; contaminación del aire y de los suelos.

Todos estos efectos, ligados a la opinión generalizada de que la CEPE es una empresa que, disponiendo de enormes recursos económicos, no ha sabido volcarlos, aunque sea parcialmente, en beneficio de los esmeraldeños, le han valido cierto rechazo a la empresa, particularmente de parte de la población originaria de Esmeraldas. Esta, en efecto, no sólo no ha visto que la construcción de esas grandes obras se haya reflejado en su propio bienestar, sino que, por el contrario, ha visto de qué modo esos cambios han afectado negativamente a la mayoría de la población y, especialmente, a los sectores de menores recursos. Tales sectores, como hemos dicho, sufren el impacto del creciente deterioro de la calidad de vida, y se enfrentan a una mayor competencia en un mercado de trabajo relativamente pequeño, en el que además, debido a su baja calificación, pueden aspirar sólo a los empleos de menor categoría y peor remuneración.

Como casi toda actividad humana, la refinación y transporte del petróleo y sus derivados constituyen una forma a través de la cual el hombre se relaciona con el ambiente, entendiendo a este último no sólo como lo meramente ecológico, sino como la conjunción entre la naturaleza y el medio sociocultural, creado por el hombre, en que viven las personas tocadas por esos proyectos.

El propio proceso de trabajo es un proceso de intercambio entre el hombre y el ambiente, que se pone de manifiesto en las

alteraciones esenciales del equilibrio dinámico existente entre la producción y la naturaleza.

Es obvio que los efectos desencadenados por la Refinería Estatal Esmeraldas y los otros grandes proyectos sobre la región han sido de orden no sólo ecológico: también han afectado marcadamente la situación socioeconómica y cultural esmeraldeña. Este hecho hace tanto más necesario conjugar los elementos de desarrollo socioeconómico que contienen estos proyectos con las políticas de conservación de la naturaleza, en la búsqueda conjunta de un ecodesarrollo regional que promueva el crecimiento armónico de todos los factores que intervienen en estos procesos.

Para ello es necesario que la CEPE cuente con una política ambiental que oriente sus acciones en el sentido del mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones afectadas por la actividad petrolera. Pero también es imprescindible que se constituyan organismos de planificación regional que propendan a armonizar los proyectos de desarrollo con las verdaderas necesidades de esas poblaciones.

Notas

[1] En efecto, según cifras de la CEPAL y de las cuentas nacionales del Ecuador, en 1986 las exportaciones de petróleo y de gas natural representaban 41.7% del total de las exportaciones del Ecuador, después de haber llegado a 60.3% en 1975. La producción de petróleo y gas natural, sin restar la refinación, constituyó hasta 1985 cerca de 20% del PIB a precios de comprador, disminuyendo en los años siguientes a valores situados en torno al 18%.

[2] Según datos de los anuarios estadísticos de la CEPAL, mientras en 1960 había aproximadamente dos automóviles por cada mil habitantes, a mediados del decenio de 1980 la proporción llegó a cerca de 13 por mil, esto es, se multiplicó más de seis veces. En contraste, en Perú la proporción pasó de ocho a 19 en el mismo período, es decir, se multiplicó algo más de dos veces. En Venezuela, otro país petrolero, las cifras se elevaron de 36 a 120, esto es, aumentaron poco más de tres veces.

[3] Si bien las exportaciones de banano a través del puerto de Esmeraldas representaban en 1953 el 32% del total nacional, a partir de 1964 empezaron a decaer significativamente: ese año constituyeron sólo 7.6% y en 1969 apenas 1.1.% del total nacional (Montaño, 1982, p. 19).

[4] Entre 1972 y 1977 se realizaron inversiones públicas por un monto superior a 5 110 millones de sucres. Se estima que la

construcción de la Refinería demandó una inversión de 150 millones de dólares, y de 100 millones de dólares la del puerto petrolero.

[5] Más de 50% del valor de la producción agropecuaria de la provincia de Esmeraldas está constituido por café, carne de vacuno, banano, aceite de palma y coco. Gran parte se envía al mercado interno, pero la provincia exporta también cacao, fibra de abacá, café y tabaco (Montaño, 1982, p. 23).

[6] Muchos barcos pesqueros industriales extranjeros —procedentes sobre todo de los Estados Unidos y Japón— se hacen también presentes en aguas y puertos ecuatorianos, y legal o ilegalmente capturan gran cantidad de recursos ictiológicos que procesan a bordo o en sus países de origen.

[7] Para un estudio integral del problema, véase CONADE (1980).

ANALISIS DE LOS PROCESOS DE DESCONTAMINACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS

Jorge Jurado*

* Una primera versión de este documento circuló en el Seminario-Taller de Esmeraldas, con el mismo título, signatura de la CEPAL LC/R.748, abril de 1989.

Introducción

El presente estudio se enmarca dentro del proyecto iniciado por la CEPE y auspiciado por la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente, que lleva el título de Estudio de prefactibilidad para el mejoramiento de la calidad del agua de los ríos Esmeraldas y Teaone.

El uso de fuentes de energía fósiles trae inevitablemente consigo conflictos de orden ambiental-energético. Estos conflictos pueden ser manejados apropiadamente por medio de una vasta gama de controles, mecanismos y procesos. En muchos casos, el control ambiental eleva los costos y el consumo energético. Al mismo tiempo, sin embargo, un control ambiental eficiente y estricto obliga a las plantas industriales a mejorar su rendimiento y producción.

La contaminación provocada por el proceso de refinación del petróleo puede alcanzar niveles peligrosos tanto para la salud humana como para el medio ambiente si no se toman las medidas pertinentes para el tratamiento de sus efluentes líquidos, de sus emisiones gaseosas y de sus desechos sólidos. En general, las causas de la contaminación tienen fundamentalmente que ver con el funcionamiento de la planta, deficiencias en el proceso o en la instalación, fallas estructurales y de gestión, y con la falta de políticas de legislación y control ambientales.

Como parte de las tareas envueltas en la ejecución de este proyecto, se llevaron a cabo dos estudios de campo en la Refinería Estatal Esmeraldas. En ambos casos se entrevistó a los técnicos a cargo de diversas áreas del proceso. Se elaboró asimismo un amplio cuestionario, que fue entregado a las divisiones de producción, de mantenimiento, de abastecimientos y seguridad industrial para su contestación. De igual modo, se revisó gran cantidad de informes internos y memoranda de la Refinería.

En la casa matriz de la CEPE se entrevistó también a numeroso personal técnico y se estudiaron documentos de diversa índole, concernientes sobre todo al funcionamiento general de la Refinería y de todo el complejo hidrocarburífero de Esmeraldas.

Objetivos principales del presente análisis son la evaluación del sistema de tratamiento de los efluentes líquidos, la deducción de recomendaciones orientadas a mejorar el funcionamiento del mismo, la cuantificación de las pérdidas de materia que ocurren durante el proceso productivo y que parecen estar afectando al medio ambiente, y la búsqueda de las causas operacionales y estructurales de la contaminación.

En razón de la magnitud de las emisiones gaseosas se ha redactado un capítulo especial referido a la contaminación atmosférica. Otras fuentes de contaminación serán solamente enunciadas. El estudio se cierra con un breve análisis de las descargas hídricas de la Refinería.

I. DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS

El proceso de producción que lleva a cabo la Refinería se divide, fundamentalmente, en las siguientes operaciones:

- *Separación térmica*: Es el método por el cual se obtienen las diferentes fracciones del petróleo según la temperatura de ebullición de cada una de ellas. La estructura molecular de los componentes no es afectada en absoluto. Este proceso es llevado a cabo en las unidades de destilación atmosférica y de destilación al vacío.

- *Conversión de las moléculas de los hidrocarburos*: Aquí se transforma la estructura molecular de los hidrocarburos, consiguiendo productos de mayor valor energético a partir de algunas fracciones del crudo. En esta operación trabajan las unidades de craqueo térmico, de craqueo catalítico fluidizado, de reducción de viscosidad, y de reformado catalítico.

- *Tratamiento de las fracciones semielaboradas*: Esta operación modifica las características de tales fracciones para obtener productos finales que llenen los requisitos comerciales. Empleando tratamientos químicos y tratamientos con hidrógeno, en ella se convierten además en ácido sulfídrico (H_2S) los diversos compuestos de azufre que contienen esas fracciones.

Las unidades MEROX de gas licuado de petróleo, de gasolina y de combustible para reactores trabajan por medio de un tratamiento químico. El proceso de hidrobón, que antecede al reformado catalítico, utiliza un tratamiento con hidrógeno para desulfurizar su producto de carga.

- *Mezcla de productos hidrocarburíferos*: Los productos terminados en bruto son sometidos en esta etapa a diferentes mezclas, por medio de las cuales se obtienen los productos específicos que requiere el mercado.

Dentro de este mismo proceso se mezclan también las diversas fracciones producidas por los distintos procesos de refinación. El trabajo de la unidad de concentración de gases puede presentarse como ejemplo de este procedimiento.

- *Servicios auxiliares a la producción*: Los servicios auxiliares cumplen diversas funciones que permiten que las unidades de la refinería trabajen en condiciones normales. Entre tales servicios pueden mencionarse la unidad de producción de hidrógeno, la planta de concentración de gases, el tratamiento de aguas amargas y el tratamiento de gas ácido.

- *Servicios (externos) de la Refinería*: Bajo este rubro quedan comprendidos, entre otros, servicios tales como el almacenamiento de crudo y de productos, los sistemas de generación de vapor y electricidad, la tea, y los sistemas de drenaje, de enfriamiento de agua, y de seguridad industrial.

- *Control de emisiones gaseosas y efluentes hídricos*: La refinería libera asimismo gases, aguas residuales y desechos sólidos, todos los cuales deben ser controlados y procesados por medio de la planta de recuperación de azufre, de algunas operaciones de laboratorio, y del sistema de tratamiento de efluentes. El presente trabajo tiene precisamente por objeto el estudio de este último sistema.

Cabe señalar aquí, por último, que la Refinería Estatal Esmeraldas procesa sobre todo el petróleo proveniente de la región amazónica. Los siguientes son, además, sus principales productos terminados: gasolina 80, gasolina 90, keroseno (destilado Nº 1), diesel, combustible para reactores, gas licuado de petróleo, fuel oil Nº 4 (liviano, de consumo nacional), fuel oil Nº 6 (pesado, de exportación), fuel oil de refinería, asfalto AP-3, asfalto RC-2, azufre y gas combustible. Genera además una serie de productos semielaborados que son utilizados como carga en las diferentes unidades del proceso. Hay que mencionar aquí, también, al conjunto de residuos oleosos (en inglés, *slop*), que puede ser la mezcla de diversos hidrocarburos, de productos semielaborados o terminados contaminados que generan los drenajes o la purga de las unidades. Los residuos oleosos suelen ser recuperados y mezclados con el crudo para su reprocesamiento.

A. ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES

En el anexo técnico metodológico de este informe (véase el anexo V) se describen los pasos que debe seguir el tratamiento de aguas residuales según las normas de diseño. Sin embargo, por una u otra razón nunca se han respetado cabalmente esas normas desde la puesta en marcha misma de la Refinería. En lo que sigue discutiremos las posibles causas operacionales y estructurales que

han impedido que el tratamiento de efluentes cumpla con su objetivo básico, esto es, evitar la contaminación de los ríos Teaone y Esmeraldas, y analizaremos asimismo las deficiencias del sistema de tratamiento, proponiendo en cada caso las rectificaciones que estimamos necesarias.

1. Canales y alcantarillado

Merced a informes emitidos en diversos años por el Departamento de Seguridad Industrial de la Refinería Estatal Esmeraldas, pudo saberse que los canales y colectores de la Refinería no tienen las dimensiones suficientes como para desalojar toda el agua que cae con ocasión de las grandes lluvias y tormentas. De esos informes pudo colegirse, además, que alrededor de 420 metros de las tuberías subterráneas del sistema de drenaje de los tanques de crudo están obstruidos, provocando así derrames de crudo. Por otro lado, en las áreas de crudo, de destilación al vacío, reducción de viscosidad, craqueo catalítico fluidizado y en las zonas de combustibles, hay alrededor de 890 metros de tubería subterránea cuyo diámetro interno se encuentra reducido a causa de incrustaciones. En el primer caso se necesita un mantenimiento correctivo –limpieza–; en el segundo, un mantenimiento preventivo.

Los canales de aguas lluvias instalados bajo la plataforma de la planta exhiben fisuras que permiten la intercomunicación de los distintos fluidos y la consiguiente contaminación de las aguas lluvias con hidrocarburos y sustancias químicas.

Hasta ahora no se ha previsto medida alguna para solucionar este problema. Está en estudio la utilización de láminas de polipropileno para impermeabilizar los canales.

2. Separador de aguas aceitosas

Este sistema de separación, cuyo funcionamiento está descrito en el anexo I, es de vital importancia: constituye, en efecto, el centro mismo de todo el sistema de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, varios informes indican que ha presentado serios problemas de funcionamiento desde el momento mismo de su instalación, y que incluso ha dejado de operar en numerosas ocasiones.

Las principales razones de tales detenciones han sido las fallas que presentan las cadenas de arrastre y especialmente los daños localizados en las bombas Y-P4001 A y B. Pudo establecerse que

estas bombas han sido cambiadas ya en cuatro oportunidades, porque al parecer, succionaban un producto sumamente viscoso para el cual no estaban diseñadas, que les provocó serios desperfectos en el sistema de impulsión, en los sellos y el motor. Es posible que este material de alta viscosidad provenga del drenaje de los tanques de almacenamiento, especialmente de los de crudo y gasolina, que parecen no haber sido limpiados desde hace mucho tiempo.

En la actualidad el separador A no funciona por falta de repuestos. La bomba Y-P4001 A no tiene motor. Desde agosto de 1988 hasta febrero de 1989 hubo que efectuar cuatro reparaciones de magnitud en las bombas Y-P4001 A y B. Durante las detenciones del separador de aguas aceitosas, éstas, indefectiblemente, tuvieron que ser desviadas a la piscina de aguas lluvias, haciendo absolutamente inútil así todo el sistema de tratamiento.

Sugiero, pues, que se evite que fluidos de alta viscosidad lleguen al separador. Si no es posible evitarlo durante los drenajes, tendría que construirse una trampa delante de la entrada del separador.

3. Unidad de flotación de aire

Esta unidad, que sirve para reducir la cantidad de hidrocarburos y sólidos en suspensión de los efluentes ya tratados por el separador de aguas aceitosas, funcionó muy pocas veces desde la inauguración de la Refinería hasta 1987, debido a un error de diseño: los motores de la unidad se inundaban constantemente y entraban en cortocircuito. En 1987, a partir de la puesta en marcha de la ampliación de la Refinería, la unidad comenzó a funcionar, porque una nueva construcción la elevó por encima del nivel del suelo.

Por otro lado, el caudal de recirculación, que debería ser saturado con aire, suele no recibir el flujo necesario, sencillamente porque la demanda de aire de los otros procesos de la refinería no lo permite.

Es recomendable que se adquiera un compresor destinado específicamente a esta función, ya que la saturación de aire cumple un importante cometido en esta unidad. Sin ella, su eficiencia decae radicalmente.

Sugiero además que se analice todos los días la calidad del agua para controlar la cantidad de floculantes y de polielectrolitos que contiene. El muestreo debería efectuarse por lo menos dos veces al día.

4. Sistema de estabilización. Piscinas de aeración-oxidación y de estabilización

El paso por este sistema es la última etapa que recorre el agua residual antes de ser descargada al río Esmeraldas.

A causa de un diseño no adecuado a las condiciones meteorológicas de la zona, el sistema de estabilización resulta incapaz de tratar eficazmente, en especial durante la época invernal, los caudales de agua que recibe. El agua no puede ser suficientemente aireada ni, posteriormente, estabilizada. Así, el proceso de oxidación de la materia orgánica y de las sustancias químicas es deficiente; el agua que abandona las piscinas llega al río Esmeraldas con una carga contaminante inaceptable. Por lo demás, en la piscina de aeración funcionan actualmente sólo dos de sus tres aireadores. Sería conveniente, entonces, poner en funciones al tercero.

Las piscinas son, además, simples excavaciones con diques de tierra afirmada. Construcciones de esta índole no garantizan en modo alguno que no se produzca una contaminación de las aguas subterráneas a través de la capa freática, muy especialmente en las condiciones en que se ha manejado todo el sistema de tratamiento de las aguas residuales.

Según datos del departamento de obras civiles de la Refinería, el nivel freático oscila entre tres y cinco metros de profundidad en el verano y 30 cm de profundidad en el invierno.

Sugiero que estas piscinas sean secadas, que se remueva y se traslade el lodo para darle un tratamiento adecuado, y que el fondo sea dragado convenientemente. Después de esta operación se deberían revestir con hormigón el fondo y las paredes laterales, y recubrirlos con láminas de polietileno o polipropileno para su total impermeabilización. Solamente después de este tratamiento se podrían utilizar nuevamente las piscinas.

Hasta octubre de 1988 no se habían hecho análisis regulares de control de contaminación, y hasta el día de hoy no se hacen tampoco análisis para controlar la posible necesidad de agregar nutrientes que permitan un desarrollo biológico adecuado en las piscinas.

Los primeros análisis de control de la contaminación, llevados a cabo por el laboratorio de la Refinería Estatal Esmeraldas durante los últimos tres meses de 1988, indicaban que los hidrocarburos en las piscinas alcanzaban niveles de entre 4.8 partes por millón (ppm) y 0.8 ppm. A eso hay que agregar un alarmante grado de contaminación proveniente de otras sustancias, como se deja ver en el hecho de que no se haya detectado la presencia de oxígeno

disuelto, salvo en una medición que señalaba un nivel de apenas 2.3 ppm. De igual modo, el nivel de cromatos, cuyo límite permisible es de 0.05 ppm, oscilaba entre 0.72 ppm y 4.5 ppm, esto es, había superado 90 veces el límite.

Los fenoles están también en un nivel muy alto. El máximo aceptable es 0.2 ppm; sin embargo, dos mediciones indicaron 75 y 32 ppm respectivamente. En este caso la descarga de fenoles fue 37 500 veces superior al límite permisible. Las mediciones de cloruro (con un máximo aceptable de 200 ppm) señalan niveles de 140 y 497 ppm. El factor pH, por último, fluctúa entre 3.9 y 9.0, es decir, exhibe una aguda tendencia a la acidez, aunque también se extralimita por el lado de la alcalinidad. Tales cifras significan la presencia de ácidos e hidróxidos en gran cantidad.

Sin embargo, la época en que se iniciaron estos análisis de contaminación coincidió con repetidas detenciones de los aireadores y de la bomba de recirculación de la piscina de aeración. Esa circunstancia puede explicar quizá la altísima carga contaminante que se detectó, y justificar también la necesidad de tomar las medidas destinadas a solucionar los casos de emergencia que proponemos más adelante.

Estas mediciones indican claramente las deficiencias del sistema de tratamiento de efluentes de la Refinería Estatal Esmeraldas. La contaminación no sólo es grave por la gran cantidad de hidrocarburos, sino también por los muy altos niveles de otras sustancias tóxicas. Hay que recordar que la carga contaminante presente en el sistema de estabilización es vertida directamente al río Esmeraldas.

5. Piscina de aguas lluvias

Esta piscina ha servido hasta el presente para recolectar todas las descargas de aguas contaminadas, sean éstas aceitosas o de otro tipo, como el agua de drenaje del laboratorio, cuando el separador de aguas aceitosas no ha funcionado. Recibe también el agua de enfriamiento, el condensado del vapor del sistema de recuperación, y ha sido utilizada como depósito de residuos oleosos desde que la Refinería entró en funciones. Sin embargo, no se ha empleado nunca según las estipulaciones del diseño. Su contenido puede dividirse en cuatro capas bien definidas, a saber:

- una capa de residuos oleosos libres de 15 a 30 cm de espesor;
- una capa de residuos oleosos, agua y lodo aceitoso de aproximadamente 15 cm de espesor;

- una capa de agua y sedimentos en suspensión, especialmente de carbón fino, y
- una capa de lodo sedimentado.

Aparentemente, hasta 1988 también se vertían en su interior desechos industriales pesados, probablemente tóxicos, según se desprende indirectamente de la prohibición de continuar con esa práctica que impartió el Subgerente de Industrialización el 2 de junio de 1988.

El agua de esta piscina es evacuada constantemente a la piscina de aeración mediante un proceso de succión que se realiza a cierta profundidad, esto es, a nivel de la capa de agua y sedimentos en suspensión.

Se ha intentado varias veces limpiarla, siempre de modo infructuoso, porque el sistema de tratamiento de efluentes no fue instalado paralelamente en forma adecuada. En 1985 se calculó que diariamente llegaba a la piscina un flujo de 15.9 m3 de residuos oleosos. Según se informó, en 1986 se recuperaron 136 655 barriles (esto es, 21 728 m3) de residuos oleosos de esta piscina.

La piscina de aguas lluvias tampoco está impermeabilizada, por lo que la probabilidad de contaminar las aguas subterráneas es muy elevada, dada la gran cantidad de desechos tóxicos que parece haberse vertido en ella.

Los análisis de contaminación de los últimos meses de 1988 revelaron que no hay oxígeno disuelto, que los cromatos oscilan entre 2.2 y 0.7 ppm, y que los fenoles llegan hasta 26 ppm, lo que significa que estos compuestos están 13 000 veces por encima del límite permisible. Los cloruros alcanzan un valor de 335 ppm, y el factor pH fluctúa entre 6.9 y 9.5.

En casos de emergencia la piscina de aguas lluvias es evacuada directamente al río Teaone.

Sugiero que esta piscina sea vaciada y limpiada, y que el fondo sea dragado y luego recubierto con hormigón e impermeabilizado. Debe mantenerse constantemente vacía, en condiciones de recibir los desagües de la Refinería en caso de lluvias torrenciales. Recomiendo además la construcción de una piscina impermeabilizada como alternativa para el desvío temporal de los efluentes contaminados, en caso de daños en los equipos de los sistemas que intervienen en el tratamiento de los efluentes.

De los análisis de contaminación se desprende la necesidad de que el sistema general de tratamiento de efluentes sea ampliado, de tal modo que cuente con una tercera etapa que permita neutralizar el factor pH y tratar las sales y otras sustancias tóxicas. Este proceso podría ser uno de adsorción y absorción, con lodos

activados o con carbón activado. La eficiencia de estos procedimientos en la remoción de hidrocarburos, fenoles, amoníaco, DBO, DQO, y sólidos en suspensión llega a 99%. De esta manera estaríamos no sólo evitando que muchas sustancias químicas sean descargadas al medio ambiente, sino también mejorando radicalmente la eficiencia de la piscina de aeración.

6. Piscinas de lodos

Estas piscinas no han sido objeto de limpieza periódica. Los drenajes han estado frecuentemente obstruidos durante las lluvias, desbordándose el agua acumulada en ellas y provocando la consiguiente contaminación. Tampoco poseen recubrimiento impermeabilizante. Se deben tomar las mismas medidas que propusimos anteriormente.

7. Canales de desagüe a los ríos Teaone y Esmeraldas

Estos canales no fueron diseñados con suficiente amplitud como para evacuar los grandes caudales de agua que reciben, especialmente durante la época invernal. En tales casos las piscinas suelen desbordarse.

Se han instalado diques con pacas de paja para absorber los hidrocarburos que pudiesen también desprenderse. Estos diques son bastante frágiles y normalmente no resisten la presión de una gran masa de agua. Sugiero encerrar las pacas en jaulas o trampas para que puedan cumplir con su objetivo sin ser arrastradas por la corriente. Es necesario tener presente, sin embargo, que las pacas de paja no sirven para retener las demás sustancias químicas que arrastra el agua evacuada.

Los canales deberían ser revestidos con hormigón para facilitar su mantenimiento y evitar la contaminación del suelo circundante.

Pasando ahora a considerar el tema de la contaminación desde un punto de vista económico, conviene señalar, ante todo, que las pérdidas evidenciadas en el balance de masa son considerables. En efecto, tomando en cuenta los precios promedio del crudo ecuatoriano de cada año, podemos llegar a las cifras que se exponen en el cuadro 1.

Cuadro 1

ECUADOR: REFINERIA ESMERALDAS; PERDIDAS EN EL BALANCE DE MASAS

	1985	1986	1987	1988
Pérdida (datos balance) barriles	7 303.96	312 046.9	264 742.7	67 033.46
Precio (dólares)	25.91	12.69	16.27	12.49
Total (dólares)	189 244	3 959 863	4 307 352	837 242

Fuente : Anexo II del presente informe.

Creo que las bruscas fluctuaciones que evidencian estos resultados indican la existencia de irregularidades en el proceso productivo. Si se llegan a identificar las causas de estas variaciones, se podrán encontrar, con seguridad, algunas de las causas más importantes de las pérdidas de materia.

II. ANALISIS DE LAS DESCARGAS A LOS RIOS ESMERALDAS Y TEAONE

El contenido de las descargas hídricas de la Refinería a los ríos Esmeraldas y Teaone es analizado regularmente en los laboratorios de la Unidad de Control de la Contaminación de la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao. Es necesario tener presente, sin embargo, que los resultados que entrega esta unidad son valores promedio que, justo por no consignar los valores extremos, pueden no ser suficientemente representativos. En esas cifras puede apreciarse que, salvo excepciones, los índices de hidrocarburos son negativos. Son altos, por el contrario, los valores de los cloruros, de la conductividad, de alcalinidad y de acidez. El factor pH fluctúa entre valores extremos que señalan también acidez y alcalinidad elevadas. La descarga al río Teaone tiene una temperatura bastante más alta que la que da al río Esmeraldas. De estos resultados puede deducirse que los efluentes están

principalmente contaminados por la presencia de sustancias químicas, provenientes, probablemente, de los reactivos químicos utilizados en el proceso de refinación.Los fenoles y otras sustancias orgánicas no aparecen en los resultados, a causa principalmente de su inestabilidad, toda vez que los fenoles tienden a oxidarse rápidamente.

Los niveles detectados en los ríos son, por el contrario, mucho menores que los que se encontraron en las piscinas del sistema de tratamiento de efluentes, porque, como es evidente, las distintas sustancias se diluyen en la masa de agua infinitamente mayor que aportan los ríos, especialmente el Esmeraldas. Los muestreos efectuados por el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) en la cuenca hidrográfica del Esmeraldas permiten comprobar que en los ríos Esmeraldas y Teaone, aguas abajo de las descargas de la Refinería, no hay rastros de las sustancias indicadas por los análisis de la Superintendencia del Puerto Petrolero de Balao.

Es perentorio indicar que, aunque las sustancias químicas arrojadas por la Refinería se diluyen en el caudal de agua de los dos ríos, tienen de todos modos efectos bioacumulativos, de manera que es necesario considerar también el prolongado período durante el cual han estado siendo constantemente vertidas. Debe recordarse, además, que ha habido varios derrames mayores, con las consecuencias que son de imaginar. Es necesario, pues, que se ponga en práctica un modelo matemático de dispersión que pueda organizar correctamente el método de muestreo y dar mejores pautas para analizar la contaminación. Para obtener pruebas más claras sobre ésta, habría que tomar también muestras del limo que se deposita en el lecho de los ríos.

III. POSIBLES CAUSAS OPERACIONALES Y ESTRUCTURALES DE LA CONTAMINACION

La contaminación producida por un proceso industrial responde generalmente a causas de orden operacional, a veces a razones estructurales y en la mayoría de los casos a la falta de una conciencia y de una política ambientales a nivel público y privado.

Las causas operacionales dicen relación con las deficiencias que presentan el diseño, el manejo, el mantenimiento, la infraestructura física y los aparatos y equipos de todas las fases del proceso industrial en cuestión, pero dicen relación, además, con la actitud de los operarios y técnicos de la empresa.

Las razones estructurales, por su lado, se vinculan a la organización, planificación, financiamiento, y, en general, a la política económica y empresarial. Fundamental responsabilidad recae sobre el personal de mando ejecutivo en relación con las decisiones que deben tomar frente a las disyuntivas costos-contaminación, producción-medio ambiente, y también en lo que toca a que su gestión desarrolle un programa productivo acorde con el equilibrio ecológico. Las políticas públicas están llamadas a su vez a trazar los lineamientos generales en torno al tema, mediante la legislación, el ordenamiento, la normalización, y el control de los procesos productivos. Tales disposiciones deben cuidar, en efecto, que éstos se mantengan dentro de los márgenes del respeto al entorno humano y ambiental.

A lo largo del presente trabajo nos hemos referido reiteradamente a la magnitud de la contaminación causada por la Refinería; convendría pues tratar de indagar cuáles son sus causas, tanto a nivel de los procesos productivos como de la estructura misma de la CEPE.

En lo que toca a los procesos productivos, hay que mencionar en primer lugar la existencia de problemas en los equipos, en el manejo de éstos, y también en su mantenimiento preventivo. Hay gran cantidad de fugas en los diversos sistemas de energía, que en la actualidad suman un total de 20 toneladas por hora. Según una auditoría energética llevada a cabo recientemente en la Refinería por expertos europeos, las purgas deberían reducirse de 4.5% a un 1.2%. Esto es de suma importancia, ya que buena parte de los cloruros y otras sustancias químicas con que se tratan las aguas se pierde y es vertida al sistema de aguas aceitosas, elevando así la contaminación de estos efluentes.

La planta sufrió nada menos que 387 detenciones entre 1985 y 1988, sólo 87 de las cuales fueron programadas o debidas a fallas en el sistema eléctrico interconectado del país. Todas las demás provinieron de daños internos de la más diversa índole, tales como fallas en las bombas, los compresores, calderas, instrumentos de medida, falta de repuestos, etc. Estas detenciones demuestran a las claras que el funcionamiento de la Refinería dista mucho de ser óptimo. Los instrumentos de medidas son poco fiables, en especial, debido a su desgaste y falta de mantenimiento, los de las unidades antiguas. Los controles son, por su lado, insuficientes, porque falta, entre otras cosas, personal debidamente preparado. Una refinería con una producción de 90 000 barriles diarios debería operar con un equipo de 20 técnicos encargados exclusivamente de los instrumentos de medida, tanto para su reparación y calibración como para efectuar las mediciones correspondientes. Actualmente trabajan sólo

diez técnicos. El mantenimiento general que se efectúa en la planta no es preventivo sino correctivo y se encuentra frenado además por impedimentos de orden administrativo.

La Refinería no ha llevado a cabo nunca balances de masa en las unidades de proceso ni tampoco para el complejo en su conjunto. Esto trae consigo un desconocimiento de los rendimientos efectivos de cada proceso unitario y también de las pérdidas de masa globales. La ejecución regular de tales balances permitiría no sólo remediar esta situación sino que serviría también para controlar el estado de los instrumentos y aumentar la confianza en sus mediciones, aparte de ser una buena manera de controlar la contaminación ambiental.

Todos los hechos mencionados ponen de manifiesto la predisposición a conducir la Refinería según una filosofía centrada exclusivamente en la producción, es decir, una filosofía que atiende únicamente a requerimientos y metas que en el mediano plazo podrían entrar en grave contradicción con la propia vida útil de la planta.

Al mismo tiempo, el tipo de gestión de la CEPE dificulta un correcto desenvolvimiento de la Refinería. Aunque la CEPE es una empresa, está sometida a las normas del gasto público, esto es, no tiene un presupuesto de libre disposición, y cualquier tipo de adquisición debe recorrer una serie de pasos administrativos que dificultan seriamente su posible eficacia.

El panorama general que hemos tratado de bosquejar pone en evidencia que el inadecuado control de la contaminación ambiental deriva de una serie numerosa de causas, muchas de ellas dependientes entre sí. Urge, pues, disponer medidas correctivas para mejorar el funcionamiento del proceso productivo y reducir así, al mismo tiempo, las pérdidas de masa que en la actualidad se descargan en el medio ambiente.

IV. CONTAMINACION PROCEDENTE DE LA CIUDADELA DE LA CEPE

En razón del interés manifestado por la CEPE en el sentido de que dentro del marco general del "Estudio de prefactibilidad para el mejoramiento de la calidad del agua de los ríos Esmeraldas y Teaone" se considere no sólo la Refinería Estatal Esmeraldas sino también su urbanización, se ha incluido en el presente trabajo una breve descripción del problema que causan las descargas de las aguas servidas de la ciudadela de la CEPE. Como sabemos por el trabajo anterior, la CEPE construyó un conjunto habitacional para proveer

de vivienda a los empleados de la Refinería. Esta ciudadela se encuentra a pocos kilómetros de la planta y a unos 500 metros del río Teaone, aguas abajo de aquélla. En ella habitan permanentemente alrededor de 1 300 personas. Para el desalojo y tratamiento de las aguas servidas de la urbanización se dispuso un sistema que consta de dos zanjas de oxidación con sus correspondientes equipos y tableros de control. Cada una de las zanjas está compuesta por una entrada de agua cruda (o no tratada), y una salida de agua tratada. Cuenta además con un equipo de aeración (cepillo) y una bomba de fangos. Cada zanja debería trabajar 24 horas alternadamente, una cumpliendo un período de oxidación y la otra de decantación, invirtiendo posteriormente sus funciones.

En la actualidad este sistema no funciona. Al parecer, fue construido en un solar privado que no pertenecía a la CEPE: los consiguientes problemas legales y, posteriormente, el hurto de equipos, han imposibilitado la operación del sistema.

Así pues, la descarga de las aguas servidas de la urbanización llega sin tratamiento alguno al río Teaone, causando una apreciable contaminación con materia orgánica. El problema se agudiza cuando, en verano y en épocas de sequía, baja el caudal normal del río. Algunas mediciones han permitido constatar que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), indicio de la presencia de microorganismos en el agua, suele ser muy alta. La CEPE tendrá que solucionar los problemas legales o, en su defecto, construir una planta de tratamiento dentro de la propia urbanización para impedir que las aguas servidas continúen afectando al Teaone.

V. SUGERENCIAS

Meta principal del presente trabajo es recomendar cambios y soluciones que permitan optimizar el sistema de tratamiento de efluentes, además de discutir e identificar otras posibles causas de contaminación en la Refinería Estatal Esmeraldas. En lo que sigue me propongo enumerar, por tanto, las sugerencias que me parecen de mayor importancia. Algunas fueron mencionadas ya al analizar cada uno de los sistemas; otras, tanto generales como particulares, aparecen aquí por vez primera.

Se debe asegurar el funcionamiento regular y eficiente del sistema de tratamiento cuidando que todos sus equipos estén permanentemente en buenas condiciones. Sugiero ampliar el sistema de tratamiento de efluentes, incorporando un proceso final de

adsorción y absorción de las aguas aceitosas por medio de lodos activados o de carbón activado. Se debe construir una piscina impermeabilizada que permita recoger temporalmente los desagües de toda la planta en caso de tormenta o durante las temporadas muy lluviosas.

Recomiendo que se ejecute un seguimiento analítico de los procesos de producción por medio de balances de masa. Estos deben efectuarse regularmente tanto en las distintas unidades como para la Refinería en su conjunto. Los balances de masa constituyen un eficiente método de control. Se debe llevar a cabo una auditoría que permita identificar, con exactitud, las causas de las pérdidas de materia durante el proceso de refinación.

Recomiendo que se mejoren tanto el sistema de control como sus respectivos instrumentos, y que se contrate al personal necesario para llevar a cabo de manera eficiente esta labor. Sugiero también que se aproveche la ayuda económica ofrecida por la Comunidad Económica Europea (CEE) a través de su programa de capacitación de gerencia de energía en la industria, en el sentido de suministrar los instrumentos de medida complementarios que permitan mejorar los sistemas actuales.

Se deben mejorar las condiciones de los diferentes procesos de combustión de la Refinería.

Sugiero la inmediata reparación de las fugas que presentan los equipos y ductos, especialmente en el área de servicios.

El mantenimiento de unidades, aparatos, equipos e infraestructura, actualmente de carácter correctivo, debe transformarse en uno de carácter preventivo. Se deben crear además las condiciones económicas y de gestión que permitan que estas unidades funcionen de manera más eficiente. El mantenimiento de la planta debe estar a cargo de una sección dotada de amplios recursos y facultades o, en su defecto, debe ser encargado a una empresa independiente.

Para prevenir posibles accidentes que afecten la salud humana o el medio ambiente deben llevarse a cabo análisis respecto de la seguridad que ofrecen los procesos, aparatos, equipos, e infraestructura de la Refinería. Estos estudios deben ejecutarse por medio de análisis de árboles de fallos, que constituyen los modelos lógicos de los procesos técnicos respecto de hechos que no deben ocurrir (accidentes, fallas, daños, etc).

Es recomendable también que se realice una auditoría de seguridad. Esta debe tratar de descubrir los puntos fuertes y los puntos débiles que presenta el complejo en ese aspecto, especialmente en las zonas de mayor riesgo, por medio del examen sistemático de toda la planta.

Sugiero también que se forme un comité de control ambiental con personal de la Refinería. Este comité, que debería representar a las distintas áreas de trabajo, incluyendo al Superintendente, tendría por misión capacitar y motivar al personal, y vigilar al mismo tiempo el correcto funcionamiento de los distintos procesos a fin de evitar la contaminación del medio ambiente.

VI. CONCLUSIONES

Bajo las presentes condiciones de funcionamiento, la Refinería Estatal Esmeraldas actúa, indudablemente, como un factor contaminante. Las fuentes de contaminación son varias y de diversa magnitud, y en muchos casos se han acrecentado por fallas del propio funcionamiento.

El principal peligro radica en la imposibilidad de atender eficientemente situaciones de emergencia, con los consiguientes daños que eso acarrearía al medio ambiente.

En la actualidad los efluentes líquidos de la Refinería arrojan una carga contaminante que no puede ser detectada a cabalidad en los ríos Esmeraldas y Teaone, debido, por un lado, a factores de dilución y dispersión y, por otro, tanto a la falta de un muestreo más amplio y regular como de análisis que abarquen mayor cantidad de parámetros.

Las emisiones gaseosas de la Refinería son muy significativas. Existe una planta de desulfurización para el tratamiento de los gases que, sin embargo, no cumple eficazmente con su cometido. Los gases que liberan los procesos de combustión son lanzados a la atmósfera sin mayor tratamiento. La contaminación atmosférica afecta de manera visible a toda la región circundante.

Es necesario prestar atención al riesgo de la contaminación de las aguas subterráneas y de las capas freáticas.

Debe mejorarse radicalmente tanto el funcionamiento como la infraestructura del sistema de tratamiento de los efluentes líquidos.

Agregaremos por último, como recomendación general, que, a fin de reducir la carga contaminante de los desechos y de reducir asimismo las pérdidas de materia, es preciso redoblar los esfuerzos tendientes a mejorar el funcionamiento y mantenimiento del complejo.

ESTUDIO ECONOMICO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACION HIDRICA DE LA REFINERIA DE ESMERALDAS EN LOS RIOS TEAONE Y ESMERALDAS *

Hernán Durán de la Fuente

* Una primera versión de este documento fue publicada por la CEPAL, con la signatura LC/R.848, en enero de 1990.

Introducción

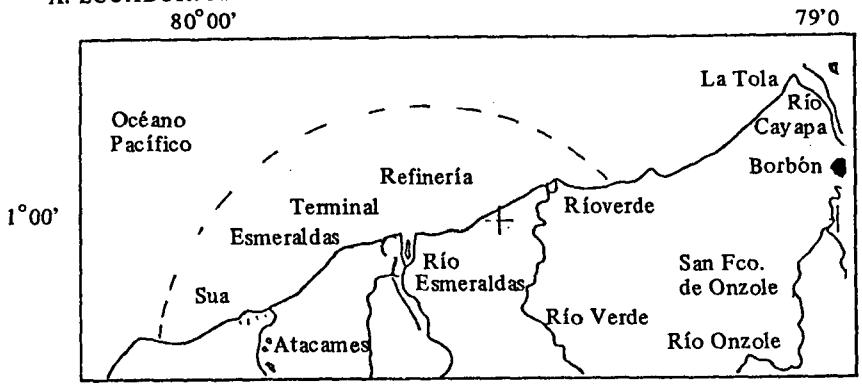
Como el anterior, el presente trabajo se enmarca dentro del proyecto conjunto de la CEPAL y de la CEPE en orden a efectuar un estudio de prefactibilidad respecto del mejoramiento de la calidad del agua de los ríos Esmeraldas y Teaone. Este trabajo intenta, sin embargo, de modo más específico y directo, llevar a cabo un análisis económico que culmine en la estimación de los posibles beneficios financieros que acarrearía la realización del proyecto de descontaminación.

El área física a que se refiere el proyecto, tal como puede apreciarse en el mapa 1,A, corresponde al área de influencia de la Refinería y del Terminal de Productos Elaborados de la Refinería (TEPRE). Dicho de otro modo, comprende toda la zona alrededor de la ciudad de Esmeraldas, que está ubicada a pocos kilómetros de una y otra instalación, así como una franja de la costa del Pacífico y el mar circundante. En consecuencia, las recomendaciones que se desprendan de este estudio (tal como las que se desprenden en general del seminario-taller y del proyecto en su totalidad), guardan relación con la problemática ambiental de las áreas urbana y costera y con la posibilidad de combinar acciones propiamente urbanas, pesqueras y turísticas con las específicamente vinculadas a la Refinería y el Terminal.

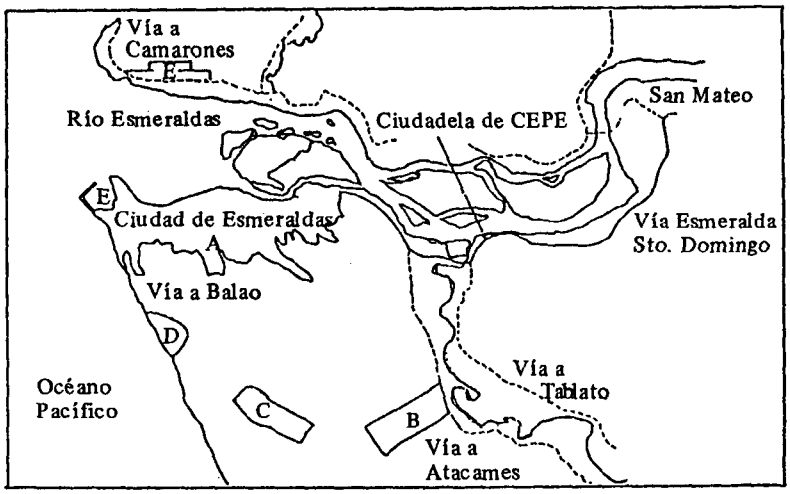
Sin embargo, por razones que se aclararán más adelante, se estimó conveniente dividir esa área y realizar dos estudios, uno referido a la zona más directamente afectada por las emanaciones del TEPRE (específicamente, la zona comprendida por el arco punteado de la parte A del mapa 1), y otro referido a la zona que queda bajo la influencia directa de la Refinería, esto es, una zona que se extiende, como puede verse en la parte B del mapa 1, tanto a los ríos Teaone y Esmeraldas, a la desembocadura de éste en el Pacífico, como a la atmósfera y el suelo que rodean la instalación.

Mapa 1

A. ECUADOR: AREA DE INFLUENCIA DEL TERMINAL PETROLERO (TEPRE)



B. ECUADOR: AREA DE INFLUENCIA DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS



Fuente: PMRC (Proyecto de Manejo de Recursos Costeros) (1987), ***Ecuador. Perfil de sus recursos costeros***, Fundación Pedro Vicente Maldonado, Guayaquil, Ecuador, septiembre.

Nota: Sin escalas; en A figuran las coordenadas de longitud y latitud.
El Mapa A) muestra la zona donde se encuentran la Refinería y el Terminal Petrolero con respecto a la costa de Esmeraldas. El área de influencia del proyecto es la que está dentro del ára encerrada en el arco punteado. El Mapa B) permite apreciar la ubicación de la Refinería de la ciudadela de la CEPE y del Terminal. En el se distinguen claramente la ciudad de Esmeraldas y los ríos Teaone y Esmeraldas.

Leyenda

A : Territorio urbano actual
B : Refinería estatal
C : Tanques de almacenamiento de petróleo
D : Terminal petrolero
E : Puerto marítimo
F : Aeropuerto

—— Vía principal
- - - - Vías secundarias

Los dos estudios tienen distintos grados de detalle y profundidad. El más detallado es el que se concentra en el área menos extensa (véase nuevamente el mapa 1,B); el segundo, menos detallado, se refiere, como ya dijimos, a la zona de influencia del TEPRE (mapa 1, parte A). Debe tenerse presente que esta zona es de amplitud variable, puesto que se adentra más o menos 30 km a la redonda en el mar de acuerdo con el sentido, cambiante según las épocas del año, de las corrientes marinas. La zona se extiende, en realidad, hasta donde sea previsible que puedan alcanzar los derrames de petróleo provenientes, en este caso, directamente de las operaciones del Terminal. (Véase, para más detalles, el anexo I.)

En el primer ejercicio hay que considerar que la contaminación directa de la Refinería es de dos tipos: una de carácter irregular y tóxico, provocada por los productos químicos que arroja normalmente todo proceso de refinación, y otra formada por la materia orgánica que deriva en forma regular y constante de la población de los trabajadores de la CEPE. Una y otra dejan sentir sus efectos deteriorantes sobre la calidad del agua y sobre la flora y fauna locales. No hay estudios de tipo epidemiológico que respalden las denuncias relativas a su impacto sobre la salud humana. Tampoco hay análisis que demuestren la inocuidad de los desechos, pero existe la presunción, validada por la experiencia internacional, de que, dado el carácter bioacumulador de los contaminantes tóxicos (especialmente de los metales pesados), los desechos pueden afectar a largo plazo a algunas de las especies marinas que consume la población.

Para el segundo ejercicio, esto es, el referido al TEPRE, se debe analizar la contaminación marina. Esta, que es también de tipo eventual, tiene dos orígenes fundamentales: por una parte, los derrames que tienen lugar durante la operación de carguío de los terminales, a causa del uso inadecuado de las estructuras; por otra, los hidrocarburos que eran arrojados al mar junto con el agua de lastre desde aquellos buques tanques que precisamente no tenían separadas las sentinas de lastre de los depósitos de hidrocarburos. Esta práctica es hoy, afortunadamente, cada vez menos frecuente, porque son cada vez menos los buques que no tienen separados los distintos depósitos. Los efectos son visibles en las playas, manchadas actualmente de hidrocarburos. También hay denuncias concretas de los productores de larvas de camarones, que han visto afectada su producción por esas descargas.

Así pues, desde el punto de vista económico, habría que estudiar las consecuencias adversas de esta situación sobre las actividades que tienen lugar de preferencia en la zona costera, esto es, sobre el desarrollo del turismo, de la pesca y de la producción de

larvas en los criaderos de camarones. Sin embargo, es posible que la contaminación orgánica provocada por los asentamientos humanos de las zonas costeras, que no poseen sistemas de alcantarillado ni menos de tratamiento de aguas, aunque de distinto signo, tenga consecuencias mucho más graves. Por otro lado, todo parece indicar que la contaminación ocasionada por la Refinería en los ríos en cuestión no tiene efectos directos en la costa. Es más bien la actividad del Terminal petrolero, que da directamente al mar, junto a la desembocadura del Esmeraldas, la que constituye un riesgo potencial para la costa.

De otro lado, resulta difícil evaluar los resultados relativos a la contaminación atmosférica, porque no hay una población permanente en los alrededores, y porque, además, el medio natural está ya artificializado. No hay medios que permitan determinar los ya tradicionales efectos de las eventuales lluvias ácidas sobre los bosques y el mar, que derivan del hecho de que el SO_2 de la Refinería se transforma en H_2SO_4 al tomar contacto con el agua de las nubes. Puede presumirse que las secuelas más visibles de la contaminación atmosférica deberían encontrarse en la salud de los propios trabajadores de la Refinería. Sin embargo, hasta donde se pudo determinar, no existen estudios epidemiológicos sistemáticos de morbilidad por enfermedades broncopulmonares.

Finalmente, respecto de la contaminación orgánica no petrolera, hay distintos tipos de antecedentes indirectos que permiten afirmar, por ejemplo, que el alcantarillado no cubre ni el 40% de la ciudad de Esmeraldas y que hay barrios enteros que descargan las aguas servidas directamente al río (Pérez, 1988). Esta situación es, por lo demás, evidente a simple vista, pues los efluentes ni siquiera están entubados. Más adelante se volverá sobre este punto.

Como indicamos anteriormente, intentamos determinar aquí el monto de las inversiones y gastos en que la CEPE tendría que incurrir para mantener un ambiente limpio, y, a la vez, estimar los beneficios económicos que eventualmente podría obtener de tales inversiones. Dicho sea de paso, tal como se verá a lo largo de este estudio, esos beneficios son considerables. Así, haremos en primer lugar un análisis económico, de cierta profundidad, de las posibles bondades de un proyecto de mejoramiento de la zona que está bajo influencia directa de la Refinería, y un análisis más bien de prefactibilidad respecto del área afectada por el TEPRE (las zonas B y A, respectivamente, del mapa 1).

Sin embargo, para realizar análisis de factibilidad o prefactibilidad que llegaran a resultados concretos, fue necesario hacer un esfuerzo destinado a cuantificar los aspectos ambientales

que se han mencionado. Además, el análisis tuvo forzosamente que adentrarse, desde el ángulo del desarrollo económico, en cuestiones relativas a la problemática institucional, jurídica y política de la Refinería y de la CEPE.

Ahora bien, para la realización de los análisis se contó con dos tipos de datos. Por un lado, los antecedentes generales, de tipo económico y social, relativos a las áreas en que habrían de centrarse cada uno de los estudios. Por otro, todos aquellos datos que pudieron recogerse en el terreno mismo de los proyectos, esto es, la información proporcionada tanto por los técnicos de la Refinería durante las entrevistas y visitas que realizó el equipo que la CEPAL y la CEPE destinaron a esta actividad, como la que entregaron los propios habitantes de la zona. Especial mención debe hacerse aquí al contacto que logró establecerse con ellos durante el transcurso del seminario-taller. Lo central de esta parte de la información guarda relación, en primer término, con la apreciación de los propios afectados respecto de las causas y efectos de la contaminación, y, en segundo, con la serie de antecedentes empíricos que pudieron así recogerse para evaluar las pérdidas de masa de la Refinería. Lo ideal habría sido estimar no las pérdidas de masa sino las pérdidas de materia que sufre ésta, pero no fue posible hacerlo, porque un análisis de esa índole exige contar con mediciones permanentes y regulares, inexistentes en este caso, del caudal de los contaminantes que van a dar a los ríos. Debimos, pues, resignarnos al balance de masa, que tiene de todos modos, pese a sus limitaciones, un valor indicativo.

I. ANTECEDENTES TECNICOS Y OPERACIONALES PARA LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL

A. ANTECEDENTES PARA EL ANALISIS DE LA FACTIBILIDAD POLITICO-INSTITUCIONAL DEL PROYECTO

Las instituciones más importantes que de una u otra forma intervienen en la zona son: la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, la Dirección General de la Marina Mercante y del Litoral (DIGMER) y la Dirección Nacional Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). También desempeñan papeles de significación variable: el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), la Dirección Nacional de Turismo (DITURIS), la Dirección General del Medio Ambiente (DIGEMA) del Ministerio de Energía y Minas, el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE), las municipalidades y las entidades regionales de desarrollo.

Además de los institutos mencionados, está presente el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INN), organismo que, según se piensa, debería jugar un papel más decisivo en la fijación de normas de calidad del agua.

A todas estas entidades se las invitó formalmente a participar en el seminario-taller. Sin embargo, participaron sólo algunas (véase la lista pertinente en el anexo IV), lo que permitiría tener una primera apreciación de la confusión existente en materia de responsabilidades institucionales.

En Ecuador, al igual que en la mayoría de los países de la región, no está adecuadamente resuelto el problema que encierra en un círculo tradicionalmente vicioso la relación entre los tres polos siguientes: a) la fijación de normas y la legislación ambiental; b) las

políticas ambientales, y c) los mecanismos que controlan el cumplimiento o incumplimiento de esas normas y políticas. En general, las organizaciones, cual más, cual menos, no sólo realizan las mismas actividades, preferentemente en lo que toca a la fijación de políticas, sino que lo hacen además con una visión sumamente parcial, desconociendo el carácter polifacético e interdisciplinario del problema. Los organismos encargados del control, cuando los hay, son vulnerables a todo tipo de presiones, prestándose esta debilidad para las más variadas y engorrosas situaciones. Además, carecen de personal calificado y de recursos. Pasar del círculo vicioso al virtuoso implica separar claramente estas funciones. El Ecuador está en un buen momento para realizarlo, pues posee un sistema democrático, cuyo poder legislativo está discutiendo ya la nueva ley ambiental. Pareciera ser un instante adecuado para avanzar en este terreno.

B. ANTECEDENTES GENERALES PARA LA EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL

Un análisis económico de factibilidad establece un sistema de evaluación de costo-beneficio. En el caso que nos interesa, los costos se calculan sobre la base de los gastos necesarios para reducir las sustancias contaminantes a niveles suficientemente bajos como para que el medio pueda diluirlas y dejen de constituir un peligro para la vida en general. El problema básico consiste aquí en identificar el costo de la inversión necesaria.

El deterioro de los ecosistemas tiene tanto un costo en sí, de tipo ecológico, sólo cuantificable en el largo plazo, como un costo de oportunidad, de corto y mediano plazo, que deriva del hecho de no poder utilizar el medio para otros fines, o de la pérdida que acarrea a los usuarios del entorno el no poder utilizarlo plenamente.

Los proyectos ambientales no han tenido grandes avances metodológicos en este terreno. Sin embargo, se han desarrollado algunas formas directas e indirectas de enfrentar el problema, que consideraremos aquí brevemente. Uno de los métodos directos consiste en tratar de obtener, a través de una encuesta, una apreciación de la población acerca de los beneficios que espera obtener de un medio ambiente no contaminado. Este método, conocido como método de valuación contingente, es aplicado en el Banco Interamericano de Desarrollo y en los Estados Unidos para evaluar la posible conveniencia de invertir en obras de saneamiento ambientales tales como alcantarillado y agua potable. Tiene la ventaja adicional de que la población señala el monto que está

dispuesta a pagar por un medio limpio, lo que permite fijarle una tarifa al servicio.

Existe también un método indirecto, conocido como método de los precios hedónicos, que guarda relación con el valor de la propiedad afectada por un problema ambiental. A grandes rasgos, consiste en establecer la pérdida de valor sufrida por una propiedad a causa del deterioro ambiental o, a la inversa, el incremento de valor operado, por ejemplo, por mejoras de saneamiento público.

Ambos métodos, aparte de ser muy onerosos, resultan poco prácticos para el presente ejercicio, puesto que, debido al bajo nivel de ingresos de la población, no sería posible saber en definitiva cuál es el precio real que está dispuesta a pagar por un medio sano, porque, aun cuando le asignara un alto valor no podría pagar probablemente ni un solo centavo por ella. En la práctica, por lo demás, la población que nos ocupa tampoco está pagando en la actualidad el valor real de los servicios públicos. En consecuencia, estos métodos son aplicables sólo en poblaciones que pagan los servicios públicos en su valor de mercado.

Hay, sin embargo, otro método, distinto de los dos anteriores, que trata fundamentalmente de identificar los perjuicios directos e indirectos que comporta una actividad económica contaminante, para valorar a continuación la actividad que podría realizarse en un ambiente sano y calcular así, por simple diferencia o por costo de oportunidad, los beneficios que derivan de ella. El método exige, sin embargo, tener proyectos claramente definidos respecto del uso del recurso de que se trate. El seminario-taller realizado en Esmeraldas buscaba precisamente, entre otras cosas, identificar este tipo de situaciones.

El método que se utilizará en este estudio se acerca más a este último. Como se indicó en su oportunidad se efectuarán dos evaluaciones ambientales, una referida a la zona de influencia de la Refinería y otra a la del TEPRE, con distinto grado de detalle. Sin embargo, antes de proceder a ellas hay que dar a conocer una serie de antecedentes, no con el fin de incorporarlos a los cálculos, sino con el de situar la problemática de la región de Esmeraldas en un contexto nacional. Más adelante, cuando se realice el segundo ejercicio evaluativo, se entregarán sólo datos económicos de la región.

El examen del cuadro 1, relativo a la población y el empleo, permite las siguientes observaciones:

a) La población de toda el área de influencia del proyecto no excede el 3.1% de la población total del Ecuador.

b) La población de la ciudad de Esmeraldas representa poco más de 1% de la del Ecuador.

Cuadro 1

ECUADOR: ANTECEDENTES SOBRE POBLACION Y EMPLEO

	Porcentajes	*Cantidades*
Población del Ecuador (1986)		9 647 000
Población urbana (estimado, porcentaje) (1980)	42.0	4 051 740
Población provincia de Esmeraldas	3.1	300 000
Población ciudad Esmeraldas (1982)	1.1	110 000
Número de trabajadores Refinería		934
Población directamente dependiente Refinería [a]		3 736
Población urbana con agua potable 1980	78.7	3 188 719
Población. rural con agua potable 1980	22.9	1 281 315
Población urbana con alcantarillado 1980	59.4	5 730 318
PEA nacional (1982)		2 350 036
Distribución de la PEA provincial (1982)	100.0	65 801
Agricultura	45.2	29 742
Industria	7.2	4 738
Comercio	9.5	6 251
Servicios	22.6	14 871
Otros	15.5	10 199
PEA cantón Esmeraldas		35 957
PEA ciudad Esmeraldas	100.0	
Patrones	0.9	
Asalariado patrón fijo	33.2	
Asalariado sin patrón fijo	25.9	
Cuenta propia, capital propio	33.2	
Cuenta propia, capital ajeno	2.8	
Sin remuneración	n.a.	
Jubilados	1.2	
Sin datos	2.8	
Relación trabajadores Refinería/PEA	1.4	
Relación trab. Refinería/PEA industrial	19.7	
Relación población directa Ref/Esmeraldas	3.4	

Fuente: Proyecto de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), *Ecuador. Perfil de sus recursos costeros*, Fundación Pedro Vicente Maldonado, Guayaquil, Ecuador, septiembre de 1987.

[a] Estimando un promedio de cuatro personas dependientes por trabajador.

c) La dotación de agua potable y alcantarillado es tan deficiente que puede afirmarse que la población vive en precarias condiciones de salud. La construcción de la Refinería, hace ya más de 10 años, no parece haber mejorado ostensiblemente la calidad de la vida de la región.

d) El empleo en la región de Esmeraldas es esencialmente agrícola; gran parte de la población trabaja directa o indirectamente por cuenta propia. Los trabajadores por cuenta propia, en conjunto con los asalariados sin patrón fijo, representan un porcentaje importante de la población económicamente activa (PEA). Es importante tener presente que estos trabajadores no tienen la preparación ni la práctica disciplinaria que entregan los procesos industriales. Este hecho, junto con otros, permite probablemente explicar las dificultades que, según declararon algunos directivos, encuentran los trabajadores locales para adaptarse a las normas de trabajo (disciplina y otras) que impone la Refinería.

e) Finalmente, llama la atención que la población que depende directamente de la Refinería, esto es, los empleados y sus familias, con un promedio de cuatro personas por trabajador, constituya una parte tan reducida de la población total de la ciudad.

f) Aunque no se desprenden directamente del cuadro 1, podrían agregarse aquí algunas reflexiones en torno a la ubicación del complejo habitacional de la Refinería, la llamada ciudadela, con relación a la ciudad de Esmeraldas. Como se verá más adelante, y como lo indican asimismo otros estudios de este mismo informe, la ciudadela está a cierta distancia de la ciudad, de modo que todas las obras destinadas a mejorar la calidad de la vida que se ejecutan en ella tienden a quedar encerradas en el enclave, sin que sus efectos benéficos, directos o indirectos, se vuelquen sobre la ciudad. Es muy posible que la explicación de este lamentable vacío esté dada por el incipiente nivel de conciencia que existía en los años en que se concibió la planta respecto de la interrelación de los fenómenos ambientales, y, asimismo, del impacto que habría de tener en el desarrollo local una empresa de esta magnitud.

g) Por último no es menos importante señalar, aunque sólo sea en previsión de situaciones futuras, tres hechos relativos al personal de la empresa: su edad promedio es bastante baja; fue contratado en su mayor parte cuando comenzaron las operaciones de la Refinería y, en general, no es de la región. Esto último se explica, entre otras cosas, por la falta de capacitación de los habitantes de la zona. Pero así se crea un nuevo círculo vicioso, pues la generación de nuevas demandas de empleo que deriva de la rotación natural de todo proceso productivo ocurrirá no paulatina sino bruscamente, en un momento, además, relativamente lejano, de modo tal que los

jóvenes en edad de trabajar de la zona, ya debidamente calificados, no encontrarán espacio donde hacerlo. Es más, de continuar operando la Refinería hasta que la población trabajadora actual esté en condiciones de jubilar, bien podría ocurrir que sea necesario reemplazarla una vez más con gente de otras zonas, con lo que sus efectos sobre el empleo local directo serían nuevamente mínimos.

El cuadro 2 plantea una nueva inquietud, en directa relación con lo que acabamos de decir. En efecto, la población crece y se van elevando en ella los niveles de educación, por lo que puede suponerse que en algunos años más también crecerán las demandas de empleo, aunque en este caso la población estará mejor capacitada que las actuales generaciones para enfrentar el proceso de modernización potencialmente en curso. De ser así, los nuevos proyectos económicos y sociales que se describirán más adelante podrían tener mejores resultados. ¿Han previsto esos cambios las autoridades locales y nacionales? ¿Han tomado medidas para hacerles frente? Tal es la inquietud que nos asalta.

Cuadro 2

ECUADOR: DATOS DE EDUCACION. POBLACION Y NIVEL DE INSTRUCCION DE ALGUNAS CIUDADES, 1982

Ciudad	Población	Primario	Básico	Diversificado	Superior	Alfabetismo
Esmeraldas [a]	91 382	34 454	11 565	7 362	3 791	91.7%
Atacames	2 003	933	192	85	45	89.6%

Fuente: Proyecto de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), *Ecuador. Perfil de sus recursos costeros*, Fundación Pedro Vicente Maldonado, Guayaquil, Ecuador, septiembre de 1987.

[a] Se refiere a la población inscrita en el cantón, por lo que difiere levemente del valor del cuadro 1.

Los datos de los cuadros 3 y 4 referidos a los índices de salud de la población, complementan los anteriores. Tales índices configuran la situación típica de la pobreza y muestran además a una

Cuadro 3

ECUADOR: DATOS DE SALUD
(*Años que se indican*)

	Población (miles)	Camas	Camas/1000 habitantes
Total República	9 378	15 616	1.7
Región costera	4 621	7 241	1.6
Esmeraldas	288.4	297	1.0
Tasas Generales de la Provincia	1978	1979	1985
Natalidad [a]	40.9	40.6	25.0
Mortalidad [a]	6.1	6.4	4.9
Mortalidad infantil [b]	70.2	86.2	47.9
Mortalidad materna [b]	2.9	n.a.	1.7

Fuente: Proyecto de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), *Ecuador. Perfil de sus recursos costeros*, Fundación Pedro Vicente Maldonado, Guayaquil, Ecuador, septiembre de 1987.

[a] Por cada mil habitantes.

[b] Por cada mil nacidos vivos.

población sometida a fuertes presiones contaminantes. El alto índice de enfermedades infecciosas intestinales está en consonancia con la falta de servicios públicos de alcantarillado y agua potable y con los bajos niveles de empleo que vimos anteriormente. El paludismo no ha podido ser erradicado y sigue causando estragos. Sin lugar a dudas, este mal debe representar un costo no insignificante para la Refinería, por las horas de trabajo perdidas por el personal que contrae la enfermedad.

Finalmente, es oportuno recordar que no fue posible obtener estudios de morbilidad y epidemiológicos de la propia Refinería, por lo que es muy probable que no se realicen.

Cuadro 4

ECUADOR: DIEZ PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD EN LA PROVINCIA DE ESMERALDAS, 1985

Causas	Número	Porcentaje
Total	11 792	100.0
Paludismo	1 717	14.6
Afecciones obstétricas directas	1 036	8.8
Enfermedades infecciosas intestinales	790	6.7
Abortos	577	4.9
Bronquitis	282	2.4
Enfermedades aparato urinario	234	2.0
Hernia cavidad abdominal	211	1.8
Enfermedades hipertensivas	191	1.6
Deficiencias nutricionales	191	1.6
Tuberculosis	161	1.4
Otras	6 402	54.3

Fuente: Proyecto de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), *Ecuador. Perfil de sus recursos costeros,* Fundación Pedro Vicente Maldonado, Guayaquil, Ecuador, septiembre de 1987.

C. ANTECEDENTES GENERALES DE LA CONTAMINACION

Dicho en forma sintética el proceso productivo de toda refinería consiste en la separación de los distintos componentes del petróleo, que tienen diferentes densidades, mediante un proceso de destilación por temperatura, presión y vacío. Por lo tanto, se requiere inyectarle cantidades significativas de energía y provocar grandes movimientos de fluidos en forma continua y lo más permanente posible. En estas condiciones, las eventuales fugas pueden ocurrir en múltiples lugares

y momentos. La preocupación anticontaminante apunta entonces, en primer lugar, a mejorar la eficiencia en el manejo del proceso productivo, partiendo del principio de que toda contaminación es un despilfarro de materia prima, materiales o energía; en segundo, a contar con sistemas que permitan recoger las pérdidas líquidas o sólidas; y, finalmente, a recuperar para la producción el material así recogido.

Es evidente que el centrar la atención en la recuperación del material en la fase de tratamiento, implica reconocer que en la actualidad se está haciendo una corrección que resulta onerosa y que podría haberse reducido de partida con un manejo más adecuado del proceso productivo. El material que contamina los ríos es aquel que por diversas razones no alcanza a ser tratado, principalmente por deficiencias en los equipos de recuperación e insuficiencias en la capacidad de almacenaje de estos materiales durante los períodos de grandes lluvias. Puede adelantarse desde ya que, desde un punto de vista económico, es más rentable mejorar los procesos productivos que el tratamiento de los contaminantes. En tal sentido, la tendencia mundial busca procesos productivos sin contaminación, por razones no de índole ambiental, sino económica, esto es, razones vinculadas a cuestiones de productividad y competitividad productiva.

Desde esta perspectiva, en el marco operativo, las dificultades que se evidencian en la Refinería tienen que ver más con cuestiones de rigideces y obsolescencia de los procedimientos administrativos que con problemas propiamente tecnológicos de la producción. Obviamente, la actual discusión en torno a la nueva ley de la CEPE, que trata precisamente de estos aspectos, parece extraordinariamente oportuna y necesaria, incluso desde la óptica ambiental.

Hay múltiples ejemplos para justificar la apreciación referida a la ineficiencia administrativa, entre los cuales puede mencionarse la rigidez existente en materia de compras de repuestos: en efecto, superado un monto extremadamente reducido, toda compra de la CEPE requiere autorización del gobierno central. Obviamente, la raíz del problema reside, en este caso, en la tendencia a la centralización que impone la legislación actual del país, en contraposición con los planteamientos descentralizadores que recorren el mundo empresarial moderno, en un contexto internacional altamente competitivo.[1]

En consecuencia, el enfoque que estamos proponiendo aquí postula que la discusión sobre la contaminación no debe seguir girando sólo en torno a cuestiones tales como el mejoramiento de las plantas de tratamiento, como ha sido tradicional hasta ahora, sino que debe pasar a privilegiar la productividad de las diversas unidades y de la Refinería en su conjunto. La opción de analizar en forma

preferente la totalidad del proceso productivo para estimar las pérdidas de producción, es perfectamente coherente con este enfoque. Los cuadros 6 a 9 presentan las evaluaciones relativas a la entrada de materias primas y la salida de productos terminados que intervienen en el cálculo de las pérdidas de materiales.

Las mediciones disponibles ofrecen asimismo la posibilidad alternativa de evaluar el material que se pierde hacia los ríos Teaone y Esmeraldas. Esa estimación, sin embargo, no se llevó a cabo, porque las mediciones no son regulares ni están diseñadas para determinar caudales. Hay sólo registros, que se entregarán más adelante, de algunos contaminantes y, eventualmente, de algunos derrames. Sin embargo, si se quisiera realizar un estudio acabado de impacto ambiental, sería imprescindible mejorar la calidad de esta información, y, en especial, su periodicidad. También es conveniente señalar que se requieren mayores antecedentes respecto de los caudales de los emisarios de la Refinería y de los caudales de los propios ríos. Por este conjunto de razones, la necesidad de disponer de información más completa fue un punto al que dedicó especial atención el seminario-taller.

Finalmente, en relación con la contaminación propiamente tal, del estudio de los períodos que aparecen tanto en el cuadro 5 como en el trabajo de Villarcis (véase el anexo I), pueden extraerse las siguientes conclusiones: primero, si bien los niveles de contaminación están, según los propios estándares adoptados por la Refinería, por encima de lo permisible, han tendido a disminuir desde 1986 en adelante. Segundo, no se han detectado contaminantes de la Refinería en la desembocadura del río Esmeraldas, aunque sí en el Teaone. Tercero, la contaminación en los ríos no es permanente ni de intensidad constante. Finalmente, conviene recordar, en primer término, que la contaminación registrada, en especial en el río Teaone, puede variar, sea porque la Refinería deba en algún momento arrojar, por razones de índole productiva, mayor cantidad de contaminantes hacia el río, sea por errores en el manejo de la planta, o, finalmente, por los desbordes que sufren sus depósitos y conductos a raíz de las grandes lluvias. En segundo lugar, todo hace pensar que hay otro tipo de contaminación hídrica, a saber, la que se genera por percolación desde las piscinas hacia las napas freáticas. Sin embargo, según los antecedentes proporcionados, la construcción misma de las piscinas hace inevitable esas filtraciones, cuya magnitud, por lo demás, no puede ser evaluada.

Cuadro 5

ECUADOR: ALGUNOS DATOS DE LA CONTAMINACION EN LOS RIOS TEAONE Y ESMERALDAS

TEAONE

	Límites	7/11/1984 29/01/1986	5/02/1986 18/02/1987	24/03/1987 19/08/1987
ph	7			
Oxígeno disuelto	más de 5 ppm	4.92	3.09	3
H2S	más de 0.5 ppm	3.09		
Cromo	menos de 0.05 ppm	0.14	0.236	
Fenoles	menos de 0.002 ppm	0.371		
Nitratos	menos de 0.02 ppm	0.16		
Aceites	menos de 0.3	2.08	2.08	0.6
Conductividad	menos de 400 Mohm/cm	1 056.6	1 252.91	1 670

ESMERALDAS

	Límites	7/11/1984 /11/1985	10/12/1985 22/01/1987	18/02/1987 19/08/1987
pH	7	6.5		-
Oxígeno disuelto	más de 5 ppm	1.58	2.7	3.42
H2S	menos de 0.5 ppm	3.0	-	-
Cromo	menos de 0.05 ppm	0.128	0.44	-
Fenoles	menos de 0.002 ppm	0.45	-	-
Nitratos	menos de 0.02 ppm	2.063	0.037	0.54
Aceites	menos de 0.3	-	1.0	-
Conductividad	menos de 400 Mohm/cm	2 947.5	1 524	1 942.8

II. ANALISIS ECONOMICO DE LA CONTAMINACION Y DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA REFINERIA

A. CALCULO ECONOMICO DEL VALOR DE LAS PERDIDAS DE LA REFINERIA

1. Balance de masas

Para hacer el cálculo económico del proyecto de descontaminación de la Refinería es necesario asignarle un valor económico a la contaminación. Después de diversos intentos de cuantificación, se ha concluido que la pérdida de masas es el indicador más adecuado. En efecto, como señalamos anteriormente, es posible suponer que el material que contamina es, en su mayor parte, precisamente aquel que la Refinería no está en condiciones de recuperar. Aquí se parte también del supuesto de que hay un porcentaje que, al menos en las condiciones tecnológicas actualmente imperantes en el mundo, es, en definitiva, irrecuperable: no obstante, se estima que esa cantidad no sobrepasa el 10% de la pérdida inicial. En el anexo V se entregan dos balances de masas, correspondientes a las informaciones proporcionadas por la Refinería respecto de las densidades del crudo y de las densidades de los productos terminados.

2. Beneficios esperados

Los beneficios directos que puede comportar la realización del proyecto de descontaminación de la Refinería dependen de la cantidad que pueda recuperarse del material que, según demostrará el balance de masas, se pierde habitualmente. Nótese que estamos hablando sólo de los beneficios directos del proyecto, esto es, no se han considerado aquellos otros efectos positivos que normalmente acarrea este tipo de proyectos. Esta exclusión se debe a que, como

veremos más adelante, los beneficios directos son tan extraordinariamente satisfactorios, que no se estimó necesario incorporar los retornos por cuestiones tales como el mejor estado de salud que podría alcanzar la población laboral, o los incrementos de la productividad, etc.

Los cuadros 1, 2, 3 y 4 del anexo V entregan distintos valores para las pérdidas de materia, en función de variables tales como las densidades estimadas y entregadas por las distintas fuentes dentro de la CEPE. En estas condiciones, se estimó que lo más razonable era adoptar el valor promedio entre las dos pérdidas señaladas en los cuadros de ese anexo.

El cuadro 6 del presente estudio da cuenta del cálculo de esos valores promedio.

Cuadro 6

ECUADOR: REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS, PERDIDAS DE PETROLEO CON DISTINTAS DENSIDADES Y PERDIDAS PROMEDIO

	1985	1986	1987	1988
Porcentaje de posible contaminacion	0.54	2.04	2.22	0.72
Pérdida anual (barriles)	93 545	414 675	335 327	213 571
Porcentaje de contaminacion posible	0.04	1.53	1.75	0.23
Pérdida anual (barriles)	6 366	311 387	265 336	67 034
Pérdida anual promedio (barriles)	49 955	363 031	300 332	140 303

Fuente: Estimaciones del autor sobre la base de cifras de los cuadros 1, 2, 3 y 4 del anexo V de este informe.

3. Propuesta de inversiones y costos estimados

En una auditoría energética realizada recientemente por expertos europeos, se entregó un detallado programa respecto de las inversiones que requería mejorar la eficiencia del proceso productivo de la Refinería, sin tocar, sin embargo, los aspectos ambientales. El monto del proyecto —que, por lo demás, suscribimos plenamente— ascendía a 3 414 000 dólares.

Sin embargo, el hecho de estar de acuerdo con ese proyecto no impide señalar las partes o unidades del proceso productivo o, más específicamente, del proceso de tratamiento de los efluentes que, a nuestro juicio, merecen una atención preferente. Eso permitirá hacerse una idea de las inversiones que sería conveniente hacer para mejorar la calidad de las aguas.

Así, para reforzar la acción del separador de aguas aceitosas, cosa que no han logrado hacer los drenajes, convendría construir una trampa antes de la entrada del separador.

En la unidad de flotación de aire es recomendable que se adquiera un compresor destinado específicamente a la saturación del aire, proceso que cumple un importante cometido en esta unidad. Sin ella, decae radicalmente la eficiencia de la unidad. Además, habría que realizar por lo menos dos veces al día las operaciones de muestreo.

Es evidente, respecto de los sistemas de estabilización, las piscinas de aeración-oxidación, de estabilización, y de aguas lluvias, que es necesario limpiar las piscinas, y, asimismo impermeabilizar adecuadamente sus paredes y fondo. Estas deberían volver a utilizarse sólo después de este tratamiento.

De los análisis de contaminación se desprende la necesidad de que el sistema general de tratamiento de efluentes sea ampliado a una tercera etapa , que debe incluir un proceso de neutralización del factor pH y otro de tratamiento de sales y otras sustancias tóxicas. Este proceso podría ser uno de adsorción y absorción, con lodos activados o con carbón activado.

Es necesario construir trampas en las descargas, de modo tal que las pacas de paja puedan cumplir con su objetivo sin ser arrastradas por la corriente.

Habría que recubrir de hormigón e impermeabilizar los canales para facilitar su mantenimiento y evitar la contaminación del suelo circundante.

Según hemos podido estimar, el costo del recubrimiento y de la impermeabilización de las piscinas de aguas lluvias, de oxidación, de estabilización y de lodos, es de alrededor de 208 millones de sucres. Como es evidente, para calcular ese valor se tomaron en

cuenta los precios actuales del hormigón armado y de la mano de obra.

Es necesario que se pongan en práctica sistemas más modernos de evaluación dinámica de impacto y de control ambientales, mediante la construcción, por ejemplo, de un modelo de dispersión que pueda ordenar el método de muestreo y dar mejores pautas para analizar la contaminación. Deberán tomarse muestras no sólo del agua sino también del limo depositado en el lecho de los ríos, para obtener pruebas más claras sobre la contaminación.

Se ha calculado que estas inversiones, sumadas a las necesarias para la ampliación del laboratorio y otras menores, ascienden a poco más de 3.5 millones de dólares. A eso deben agregarse 180 mil dólares para gastos de operación. (Véase el cuadro 7.)

4. Cálculo financiero

En el cuadro 7 se realiza el cálculo económico destinado a determinar el flujo financiero que permite definir la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actualizado neto (VAN) del proyecto de mejoramiento de la Refinería. Como es sabido, el primer valor da una pauta respecto de la importancia relativa del proyecto de que se trate, en el sentido de que las bondades de éste serán tanto mayores mientras más puntos tenga la tasa interna sobre la tasa de colocación en el mercado financiero. El valor actualizado neto se calcula llevando el flujo financiero a precios del año cero del proyecto, a una tasa de interés fijada por el mercado. A diferencia de la TIR, el VAN es una medida cuantitativa directa y no relativa de los beneficios.

Considerando un período de 27 años y una inversión fija inicial de siete millones de dólares, el ejercicio dio una TIR de 75.51% y un VAN de 40 458 513 dólares. Como es evidente, la inversión inicial corresponde a la suma de los cuatro millones recomendados por la auditoría energética, más tres millones destinados a mejorar el sistema de tratamiento de efluentes, más costos anuales adicionales de casi 180 mil dólares por concepto de personal y servicios. En un período menor, de 13 años, la TIR se mantiene en un valor muy cercano (75.33%), y el VAN se reduce a 25.1 millones de dólares. Del examen del cuadro 7, puede desprenderse, asimismo, que los gastos se recuperan dos años después de haber concluido las nuevas inversiones. En consecuencia, puede afirmarse que la inversión destinada a mejorar la eficiencia productiva, el balance energético, y los equipos de tratamiento y control de la Refinería es extremadamente rentable. De esta forma

Cuadro 7

ECUADOR: REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS, CALCULO DEL FLUJO FINANCIERO BAJO EL SUPUESTO INDICADO

	1	2	3	4	5	6	7	8
			1-2		3x4			5-6+7
	Pérdidas Actual	Pérdidas Proyecto	Recuperación	Precio barril	Recuperación	Inversión	Beneficios adicionales	Flujo
Años	(barriles)		US$	US$	US$	US$	US$	
1985	49 955	49 955	0	26.70	0			
1986	363 031	363 031	0	13.60	0			
1987	300 332	300 332	0	17.20	0			
1988	140 303	140 303	0	14.00	0			
1989	213 405	213 405	0	15.50	0	3 414 000	708 700	-2 705 300
1990	213 405	202 735	10 670	16.60	177 126	3 586 000	2 711 978	-696 896
1991	213 405	182 461	30 944	17.68	547 086	179 300	3 046 269	3 414 055
1992	213 405	155 092	58 313	18.76	1 093 952	179 300	3 046 269	3 960 921
1993	213 405	131 828	81 577	19.84	1 618 484	179 300	3 142 269	4 581 453
1994	213 405	112 054	101 351	20.92	2 120 265	179 300	3 167 269	5 108 234
1995	213 405	95 246	118 159	22.00	2 599 503	179 300	3 167 269	5 587 472
1996	213 405	80 959	132 446	22.00	2 913 815	179 300	3 167 269	5 901 784
1997	213 405	68 815	144 590	22.00	3 180 980	179 300	3 167 269	6 168 949
1998	213 405	58 493	154 912	22.00	3 408 070	179 300	3 167 269	6 396 039
1999	213 405	49 719	163 686	22.00	3 601 097	179 300	3 167 269	6 589 066
2000	213 405	42 261	171 144	22.00	3 765 170	179 300	3 167 269	6 753 139
2001	213 405	35 922	177 483	22.00	3 904 632	179 300	3 167 269	6 892 601
2002	213 405	30 534	182 872	22.00	4 023 174	179 300	3 167 269	7 011 143
2003	213 405	25 954	187 452	22.00	4 123 935	179 300	3 167 269	7 111 904
2004	213 405	21 341	192 064	22.00	4 225 414	179 300	3 167 269	7 213 383
2005	213 405	21 341	192 064	22.00	4 225 414	179 300	3 167 269	7 213 383
2010	213 405	21 341	192 064	22.00	4 225 414	179 300	3 167 269	7 213 383
2015	213 405	21 341	192 064	22.00	4 225 414	179 300	3 167 269	7 213 383

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

Cuadro 7 (concl.)

1 El valor de la columna 1 corresponde a las pérdidas promedio del período 1985-1988, según se puede calcular a partir del cuadro 6. Las cifras para 1989 son el promedio de las de los años anteriores. Para los años posteriores se mantiene el mismo valor, es decir, es un escenario sin cambio tecnológico.

2 El supuesto para la columna 2 es que la pérdida disminuye 5% los tres primeros años a partir de 1989. Posteriormente, una vez consolidados los cambios tecnológicos, lo hace a un ritmo de 15% anual hasta 2004, fecha en que se estabiliza en 21 341 barriles, equivalentes a 10% de la producción de 1989, porcentaje máximo en que, según se estima, pueden reducirse las pérdidas. Todo esto ocurre como resultado de los cambios tecnológicos inducidos por el proyecto.

3 La pérdida (en dólares) es función del precio del petróleo, columna 4. La proyección y el cálculo de 1989 provienen del Centro de Proyecciones de la CEPAL. Las cifras relativas a los años posteriores a 1995 constituyen un supuesto de continuidad del autor.

4 Las columnas 3 y 5, se explican por sí solas.

5 La columna 6 corresponde a las inversiones sugeridas en la reciente auditoría energética de la Refinería, más una estimación para el segundo año de proyectos de tratamiento de contaminantes en la Refinería, mejores sistemas de muestreo y de estudios de impacto ambiental acordados en el taller de Esmeraldas. A partir del tercer año se estima un valor de reforzamiento del personal de laboratorios, operaciones y otras dependencias necesarias para evitar la contaminación. Se ha estimado que estas inversiones corresponden al 5% del valor del último año.

6 Los beneficios adicionales de la columna 7, corresponden a las consideraciones de los ahorros esperables, señalados en el balance energético.

7 La columna 8 es del flujo final, calculado como se indica.

se desmistifica definitivamente la creencia de que las inversiones encaminadas a disminuir el impacto ambiental constituyen una carga para este tipo de empresas productivas, en el contexto del actual nivel tecnológico, productivo y de eficiencia alcanzado en la región.

B. ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL TEPRE Y DE LA REFINERIA

1. Alcance del estudio

Según se adelantó en la Introducción, al análisis de factibilidad del proyecto de mejoramiento ambiental de la Refinería debía seguir otro análisis destinado a evaluar las posibilidades de un proyecto similar, referido esta vez a toda el área que cae bajo la influencia de la propia Refinería y del Terminal de Productos Elaborados (TEPRE). (Véase nuevamente el mapa 1, A.) En este caso, el mejoramiento ambiental tendría efectos sobre las distintas actividades productivas que tienen lugar en ella, esto es, la pesca, la cría de camarones, el turismo, y no sólo sobre las directamente vinculadas a la industria petrolera.

Ahora bien, la evaluación de la contaminación marina de la Refinería y, en especial, del TEPRE se limitó, como también se anunció en la Introducción, a un análisis de prefactibilidad; la insuficiencia de la información impidió, en efecto, realizar un estudio más profundo. Con todo, puede suponerse fácilmente que las actividades turística, camaronera y pesquera que se llevan a cabo en la zona más directamente afectada por las descargas del TEPRE, corren el riesgo de reducirse o de sufrir grandes pérdidas si persisten o se incrementan los niveles de contaminación actual.

A pesar de los esfuerzos realizados por el personal de la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao (SUINBA), órgano dependiente de la Dirección General de la Marina Mercante y del Litoral (DIGMER), y a pesar asimismo de la adquisición de nuevos equipos para el control de la contaminación marina, es evidente que la falta de personal de control y de emergencias, así como el hecho de que se siga operando con barcos no adaptados a las instalaciones del TEPRE, ponen en peligro permanente a toda el área de influencia de éste.

El desastre ecológico producido recientemente por un barco de la Exxon en Alaska demuestra tanto lo pertinente de un enfoque de este tipo como la urgencia que tiene adoptar las medidas preventivas necesarias.

2. Antecedentes económicos

Como se indicó anteriormente, en el presente análisis se optó por una metodología de evaluación indirecta, en la que es necesario ir identificando los beneficios del proyecto a medida que se va desarrollando el mismo y en función, además, de los distintos usos económicos que pueda dársele al recurso que se trate. En ese sentido, la realización del seminario-taller constituyó una importante fuente de información respecto de los distintos recursos, sus diversos usos, y los beneficios posibles.

a) *Antecedentes respecto de un proyecto de inversión turística en Esmeraldas*

El cuadro 8 resume la información disponible acerca del impacto económico de la actividad turística. Si bien la calidad de la información puede ser puesta en duda, es la única existente, y no era posible generar información propia en el marco de este proyecto.

Cuadro 8

ECUADOR: TURISMO, PROMEDIO POR VISITANTE EXTRANJERO

	Dólares
Gasto, durante 8 días de estadía	600
Impacto económico global	950
Ingresos del gobierno	175
Inversiones privadas	54
Inversiones públicas	16

Aparte de los datos que entrega el cuadro 8, puede agregarse aquí que, a juzgar por las cifras disponibles, que hablan de un flujo de aproximadamente 240 mil turistas extranjeros en 1987, el turismo pasa en el Ecuador por un período de relativo estancamiento. Según los escasos datos de que se pudo disponer —que sus propias fuentes entregaron por lo demás con reservas—, en 1987 el turismo hacia la provincia de Esmeraldas fue inferior al de 1982, año en que recibió

18.5% del turismo externo y 14.2% del interno del país. Limitando nuestro cálculo al turismo extranjero, y tomando como base el promedio de 600 dólares diarios por visitante que figura en el cuadro 8, este último porcentaje significa que un total de 44 mil extranjeros, que gastaron en conjunto 26.64 millones de dólares, visitaron ese año la zona. Un análisis más acabado exigiría evaluar también los ingresos derivados del turismo nacional, incorporando sus costos sociales y valorando asimismo el turismo nacional de los trabajadores. Lamentablemente, aparte de que ese esfuerzo escapa a las posibilidades del presente trabajo, no hay estudios previos que permitan realizarlo.

Las únicas cifras relativas a la región que pudieron conocerse fueron las contenidas en un estudio conjunto de INERHI/CONADE/OEA (1981). En este estudio se define un proyecto, llamado circuito de playas Atacames-Súa, que contempla una serie de seis subproyectos de infraestructura hotelera, *campings*, restaurantes, y otras instalaciones de esa índole. El monto de la inversión, en valores de la época, ascendía a 151 millones de sucres. El autor ha podido colegir, a partir tanto de las indicaciones del propio proyecto como de la inspección del terreno mismo, que en 1989 se había invertido ya la mitad de esa cifra. Actualizando esos valores es posible estimar además, según se indica en el cuadro 12, donde figuran los cálculos relativos al flujo, la TIR y el VAN de este proyecto, que en la actualidad la inversión correspondiente podría alcanzar una cifra ligeramente superior a un millón de dólares en cuatro años, a razón de 263 813 dólares por año.

Se calculó, igualmente, que la concreción del proyecto, dentro de circunstancias más favorables para el desarrollo turístico nacional, permitiría incrementar los ingresos por este concepto en al menos un 5% acumulativo anual durante el transcurso del proyecto, cifra, por lo demás, bastante conservadora. (Véase el cuadro 12 *infra*.)

b) *Antecedentes respecto del proyecto de inversión pesquera y camaronera*

Los antecedentes que se entregan en el cuadro 9 permiten una primera aproximación en el intento de cuantificar las inversiones necesarias en el sector pesquero.

Por otra parte, el estudio ya citado del PMRC (1987, p. 45) sostiene que el rendimiento potencial anual realizable estimado para peces demersales es de 848 toneladas, que corresponden a 9% del estimado nacional. No está estimado, en cambio, el rendimiento de otras especies.

Cuadro 9

ECUADOR: DESEMBARQUES DE PESCA
POR INSPECTORIAS, 1986
(*Kilos*)

	Limones	Esmeraldas	Cojimies	Total
Total	23 652	2 127 319	136 443	2 287 414

Fuente: Proyecto de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), *Ecuador. Perfil de sus recursos costeros*, Fundación Pedro Vicente Maldonado, Guayaquil, Ecuador, septiembre de 1987.

De estos valores puede desprenderse que la captura anual oscila alrededor de los 2 mil toneladas anuales.

Como antecedente adicional, puede agregarse que en 1986 los ingresos mensuales de los pescadores fluctuaban entre 6 000 y 30 000 sucres (esto es entre 60 y 300 dólares) aunque, ciertamente, los ingresos más comunes estaban alrededor de la primera cifra (PMRC, 1987, p. 46).

El puerto de pesca artesanal e industrial de Esmeraldas debería estar en condiciones de manipular capturas por un total de 75 000 toneladas al año (12 000 toneladas de camarones, 11 000 de pesca blanca, 8 000 de pequeños pelágicos y 44 000 para la elaboración de harina de pescado) (PMRC, 1987, p. 47).

Según lo indican algunos estudios, y según puede apreciarse además a simple vista, la manipulación de las especies capturadas se hace en pésimas condiciones sanitarias y de higiene. Así, por ejemplo, los productos se lavan con el agua contaminada de la dársena.

La captura industrial de camarones registrada por el puerto es de entre 450 a 600 toneladas al año.

Aun cuando no es posible avanzar mayormente en una evaluación del desempeño de los nuevos laboratorios para la cría de camarones, las estadísticas de la Dirección General de Pesca señalaban que en 1986 había 98 cultivadores y 3 255 hectáreas dedicadas a ese rubro, 668 de las cuales correspondían a zonas de playa y el resto a tierras altas. Por otro lado, se estimaba que en 1987 debían existir más de 200 cultivadores (PMRC, 1987, p. 48).

La Cámara de Productores de Camarón informa de sólo tres laboratorios en funciones, con una capacidad total de 120 millones de larvas al año.[2] En todo caso, no es seguro, desde un punto de vista ambiental, que sean compatibles el turismo y esos laboratorios, porque los desechos de cada una de esas actividades atentan contra el buen desempeño o incluso la existencia de la otra.

En resumen, el conjunto de estos valores permite hacer una estimación de los ingresos que se percibirían por concepto de pesca y cría de camarones en la zona. En el cuadro 10 se muestra de qué modo se calcularon esos valores, que posteriormente fueron trasladados al cuadro 12.

Cuadro 10

ECUADOR: ESTIMACION DE LOS INGRESOS POR PESCA Y CRIA DE CAMARONES EN ESMERALDAS
(*Diciembre 1988*)

Pesca (t/anuales)	2 000
Precio/t (diciembre de 1988)	US$1 266.3
Ingresos por pesca	US$2 532 600
Camarones (t/año)	600
Precio/t (diciembre de 1988)	US$6 853.6
Ingresos camarones	US$4 112 172

Fuente: Estimaciones de la CEPAL sobre la base de datos del Proyecto de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), *Ecuador. Perfil de sus recursos costeros*, Fundación Pedro Vicente Maldonado, Guayaquil, Ecuador, septiembre de 1987.

El único proyecto relativo a la pesca de camarones que se conoce aparece también en el informe ya citado de INERHI/CONADE/OEA (1981). El proyecto se plantea el objetivo de alcanzar una pesca de 11 000 toneladas anuales mediante una inversión total repartida en cuatro años, de 445 000 000 de sucres de la época.[3] El proyecto contempla construcciones en tierra, equipos de frío y embarcaciones. Traducida a costos actuales, esta inversión representa una suma total de 15 044 205 dólares desembolsados, como acabamos de señalar, en el curso de cuatro años.[4] (Véase más adelante el cuadro 15.)

En el cuadro 11 se indica de qué modo se calcularon los egresos del proyecto. Hay que tener en cuenta que a la fecha del proyecto existían dos tipos de cambio, por lo que no es sencillo valorizarlo en dólares ni actualizarlo.

Cuadro 11

ECUADOR: PROYECTO DE PESCA DE ESMERALDAS

Actividades	Miles de Sucres	Dólar oficial 1980	Dólar export. 1980	Costo del proyecto 1989
Construcciones en tierra (muelles y plantas)	209 862	8 394 480	2 098 620	11 752 272
Equipos de congelamiento y procesamiento	98 167	3 926 680	981 670	1 374 338
Embarcaciones	136 971	5 478 840	1 369 710	1 917 594
Total	445 000	17 800 000	4 450 000	15 044 204

Fuente: Estimaciones sobre la base de datos de INERHI/CONADE/OEA (1981), de la CEPAL, y de anuarios del Banco Central del Ecuador.

Nota: Los valores de la construcción están calculados a dólar oficial y deflactados en 40% para su actualización. El resto (embarcaciones y congeladores) a dólar de exportación, deflactado de igual forma.

De esta forma, según puede verse en el cuadro 12, el proyecto permitiría aumentar los ingresos actuales, estimados en algo más de 2.5 millones de dólares, a casi 14 millones de dólares a partir del quinto año.[5] En este ejercicio los ingresos por concepto de exportaciones de camarones se mantuvieron constantes, en parte porque no se pudieron cuantificar las inversiones, ni menos los retornos, y en parte porque no se sabe con certeza qué daños puede provocar la contaminación petrolera y humana a la producción camaronera.

Cuadro 12

ECUADOR: COSTA DE ESMERALDAS. ESCENARIO SIN ACCIDENTES EN EL TEPRE

(Dólares)

Años	Inversiones turismo	Pesca	Alcanta-rillado	Aguas	Tepre	Ciudades	Total inversiones	Ingresos turismo	Pesca	Camarones	Total	Flujo
1989	263 813	1 521 324	2 210 000	982 500	1 533 333	40 000 000	46 510 970	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	-13 226 198
1990	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	1 533 333	30 000 000	39 497 273	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	-6 212 501
1991	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	1 533 333	20 000 000	29 497 273	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	3 787 500
1992	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	15 333	10 000 000	17 979 273	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	15 305 500
1993	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	27 972 000	13 929 300	4 112 172	46 013 472	40 554 666
1994	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	29 370 600	13 929 300	4 112 172	47 412 072	41 953 266
1995	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	30 839 130	13 929 300	4 112 172	48 880 602	43 421 796
1996	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	32 381 087	13 929 300	4 112 172	50 422 559	44 963 752
1997	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	34 000 141	13 929 300	4 112 172	52 041 613	46 582 807
1998	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	4 458 806	35 700 148	13 929 300	4 112 172	53 741 620	48 282 814
1999	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	37 485 155	13 929 300	4 112 172	55 526 627	50 067 821
2000	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	39 359 413	13 929 300	4 112 172	57 400 885	51 942 079
2001	52 763	572 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	41 327 384	13 929 300	4 112 172	59 368 856	53 910 050
2002	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	43 393 753	13 929 300	4 112 172	61 435 225	55 976 419
2003	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	45 563 441	13 929 300	4 112 172	63 604 913	58 146 106
2004	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	47 841 613	13 929 300	4 112 172	65 883 085	60 424 278
2005	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	50 233 693	13 929 300	4 112 172	68 275 165	62 816 359
2006	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	52 745 378	13 929 300	4 112 172	70 786 850	65 328 044
2007	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	55 382 647	13 929 300	4 112 172	73 424 119	67 965 313
2008	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	58 151 779	13 929 300	4 112 172	76 193 251	70 734 445
2009	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	61 059 368	13 929 300	4 112 172	79 100 840	73 642 034
2010	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	64 112 336	13 929 300	4 112 172	82 153 808	76 695 002
2011	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	67 317 953	13 929 300	4 112 172	85 359 425	79 900 619
2012	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	70 683 851	13 929 300	4 112 172	88 725 323	83 266 517
2013	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	74 218 043	13 929 300	4 112 172	92 259 515	86 800 709
2014	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	77 928 946	13 929 300	4 112 172	95 970 418	90 511 612
2015	52 763	752 210	442 000	196 500	15 333	4 000 000	5 458 806	81 825 393	13 929 300	4 112 172	99 866 865	94 408 059

Fuente: Estimaciones del autor.

Nota: Como puede apreciarse, el proyecto global tiene una TIR de 70% y un VAN (10%) equivalente a 323 519 454 dólares. Ambos valores son verdaderamente extraordinarios, poco usuales en proyectos de inversión.

c) *Antecedentes de costos e inversiones en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas*

En 1987, el 42% de los habitantes de la ciudad de Esmeraldas se abastecía del agua potable proveniente de los pozos de captación ubicados en la isla Propicia, fuente de la que se servían también las localidades de Súa y Atacames. Actualmente, sin embargo, estas dos últimas se abastecen mediante camiones aljibes. El costo promedio del metro cúbico de agua era ese año de 650 sucres, esto es, poco más de tres dólares al cambio promedio de esas fechas.

Se estima que 40% de la ciudad no cuenta con alcantarillado sanitario. Sin embargo, las aguas servidas del sector de las Palmas, que están efectivamente canalizadas y que son conducidas por una tubería de 1 600 metros hasta el río, se vierten en él, sin tratamiento alguno, a no más de 20 metros de la orilla.

En general, las aguas servidas caen al río sin tratamiento previo. Sólo 38% de la ciudad cuenta con canales para las aguas lluvias, pero este sistema está entremezclado con el de las aguas servidas.

En Atacames, sólo 25% de las viviendas, aproximadamente tiene fosas sépticas. Las aguas servidas son por lo general descargadas directamente al río. En Súa, ocurre lo mismo, aunque aquí únicamente 15% de las casas tiene fosas sépticas.

Ahora bien, las descargas domésticas son una de las causas del deterioro de las playas de Súa y Atacames, al sur de Esmeraldas. Otra de las causas es, en el caso de Súa, la contaminación proveniente de los laboratorios de camarones. Según Pérez (1988), la actividad de éstos es incompatible con el turismo de Súa, porque, tal como dijimos unas páginas atrás, sus descargas dañan las playas, al tiempo que los desechos humanos afectan también la cría de camarones. Como es de suponer, el conflicto entre una y otra actividad ha llegado a convertirse en un verdadero dilema para los habitantes de Súa.

La expresión más concreta del problema que representan estas condiciones sanitarias es el dato entregado en el cuadro 4, donde se consigna que las enfermedades intestinales afectan a 6.7% de los habitantes de la región, porcentaje típico de las zonas de contaminación urbana. Es muy probable que la cifra real, no cubierta por el sistema de salud, sea aún mayor. En todo caso, es evidente que esas condiciones de salud y la precariedad de las instalaciones sanitarias constituyen un freno importante para el turismo extranjero de mayores ingresos.

De acuerdo con antecedentes del Banco Mundial y de la Dirección Nacional de Turismo (DITURIS), en 1984, para mejorar

los servicios de agua potable y de alcantarillado de la provincia de Esmeraldas, se necesitaban 2.64 y 8.23 millones de dólares respectivamente. Según pudimos calcular a partir de estos antecedentes el déficit que se acumulaba hasta 1989, elevaba las cifras en 1.29 y 0.61 millones de dólares, dando un total de 3.93 y 8.84 millones, respectivamente, esto es, una cifra global de 13 millones de dólares. Por las visitas en el terreno y las discusiones del seminario-taller se pudo saber que tampoco se han hecho inversiones en los últimos años (esto es, desde 1984 a 1989), por lo que puede estimarse que esa cifra es aún válida.

Según algunas proyecciones muy lineales, en el año 2015, la población que requerirá cobertura de agua potable será de algo más de 600 000 habitantes, 66% de los cuales serán residentes y 33% turistas. La información que se entrega más adelante, al analizar el proyecto para el conjunto de la provincia, considera esta situación.

Los beneficios que generan las inversiones en obras sanitarias podrían calcularse en forma separada, pues el buen estado de éstas es una de las condiciones para el éxito de los proyectos de pesca y de turismo y para la propia supervivencia de la población. Se trata, en efecto de los beneficios más directamente sociales y más generales de todo el proyecto. La metodología de valuación contingente podría ser de interés en este caso. Lamentablemente, su cálculo sobrepasa los límites de este estudio.

C. CALCULO ECONOMICO

Reunidos así los antecedentes, podemos pasar ahora al cálculo de los posibles beneficios que comportaría llevar a cabo las inversiones necesarias para mejorar la eficiencia del TEPRE y llevar adelante los proyectos de turismo, de pesca y de cría de camarones.

Hemos procedido de la siguiente manera: se han definido tres posibles situaciones o escenarios según se efectúen o no las inversiones en el TEPRE. El primer escenario (véase el cuadro 12) corresponde a una situación en la que se realizan todas las inversiones exigidas por el TEPRE y en la que, en consecuencia, no ocurren accidentes contaminantes. El segundo escenario (véase el cuadro 13) representa la evolución que seguirían los distintos elementos en caso de que no se asignaran nuevos recursos para el funcionamiento del Terminal: en tales circunstancias se producirían algunos accidentes menores, fácilmente controlables. El tercero (véase el cuadro 14) corresponde a la situación en que no se

Cuadro 13

ECUADOR: COSTA DE ESMERALDAS. ESCENARIO CON ACCIDENTES CONTROLADOS

(Dólares)

Años	Inversiones turismo	Pesca	Alcanta-rillado	Aguas	Tepre	Ciudades	Total inversiones	Ingresos turismo	Pesca	Camarones	Total	Flujo
1989	263 813	0	2 210 000	982 500	1 533 333	40 000 000	44 989 646	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	-11 704 874
1990	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	1 533 333	30 000 000	39 497 273	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	-6 212 501
1991	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	1 533 333	20 000 000	29 497 273	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	3 787 500
1992	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	7 667	10 000 000	17 971 606	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	15 313 166
1993	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	26 640 000	13 929 300	4 112 172	44 681 472	39 230 333
1994	105 525	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 503 902	13 320 000	13 929 300	4 112 172	31 361 472	25 857 570
1995	96 731	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 495 108	13 320 000	6 964 650	2 056 086	22 340 736	16 845 628
1996	87 938	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 486 314	13 320 000	6 964 650	2 056 086	22 340 736	16 854 422
1997	79 144	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 477 521	13 320 000	6 964 650	2 056 086	22 340 736	16 863 215
1998	70 350	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 468 727	13 320 000	6 964 650	2 056 086	22 340 736	16 872 009
1999	61 556	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 459 933	13 320 000	6 965 650	2 056 086	22 340 736	16 880 803
2000	57 159	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 455 536	13 320 000	6 965 650	2 056 086	22 340 736	16 885 200
2001	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	13 986 000	7 312 883	2 158 890	23 457 773	18 006 633
2002	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	14 685 300	7 678 527	2 266 835	24 630 661	19 179 522
2003	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	15 419 565	8 062 453	2 380 177	25 862 195	20 411 055
2004	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	16 190 543	8 465 576	2 499 185	27 155 304	21 704 165
2005	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	17 000 070	8 888 854	2 624 145	28 513 069	23 061 930
2006	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	17 850 074	9 333 297	2 755 352	29 938 723	24 487 584
2007	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	18 742 578	9 799 962	2 893 119	31 435 659	25 984 520
2008	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	19 679 707	10 289 960	3 037 775	33 007 442	27 556 303
2009	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	20 663 692	10 804 458	3 189 664	34 657 814	29 206 675
2010	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	21 696 876	11 344 681	3 349 147	36 390 705	30 939 565
2011	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	22 781 720	11 911 915	3 516 605	38 210 240	32 759 101
2012	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	23 920 806	12 507 511	3 692 435	40 120 752	34 669 613
2013	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	25 116 847	13 132 886	3 877 057	42 126 790	36 675 650
2014	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	26 372 689	13 789 531	4 070 910	44 233 129	38 781 990
2015	52 763	752 210	442 000	196 500	7 667	4 000 000	5 451 139	27 691 323	13 929 300	4 112 172	45 732 795	40 281 656

Fuente: Estimaciones del autor.

Nota: El proyecto es en general de tal rentabilidad que incluso en este caso, es decir, con accidentes, tiene como resultado una TIR de 62% y un VAN (10%) de 139 770 326 dólares.

Cuadro 14

ECUADOR: COSTA DE ESMERALDAS. ESCENARIO CON ACCIDENTES RECURRENTES EN EL TERE. SIN INVERSION NI GASTOS DE OPERACION EN EL TEPRE

Años	Inversiones turismo	Pesca	Alcanta-rillado	Aguas	Tepre	Ciudades	Total inversiones	Ingresos turismo	Pesca	Camarones	Total	Flujo
1989	263 813	0	2 210 000	982 500	0	40 000 000	43 456 313	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	-10 171 541
1990	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	0	30 000 000	37 963 939	26 640 000	2 532 600	4 112 172	33 284 772	-4 679 167
1991	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	0	20 000 000	27 963 939	7 992 000	2 532 600	1 233 652	11 758 252	-16 205 688
1992	263 813	4 507 627	2 210 000	982 500	0	10 000 000	17 963 939	7 992 000	2 532 600	1 233 652	11 758 252	-6 205 688
1993	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	7 992 000	2 532 600	1 233 652	11 758 252	6 314 779
1994	105 525	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 496 235	8 391 600	2 659 230	1 295 334	12 346 164	6 849 929
1995	96 731	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 487 441	8 811 180	2 792 192	1 360 101	12 963 472	7 476 031
1996	87 938	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 478 648	9 251 739	2 931 801	1 428 106	13 611 646	8 132 998
1997	79 144	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 469 854	9 714 326	3 078 391	1 499 511	14 292 228	8 822 374
1998	70 350	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 461 060	3 060 013	969 693	472 346	4 502 052	-959 008
1999	61 556	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 452 266	3 060 013	969 693	472 346	4 502 052	-950 215
2000	57 159	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 447 870	3 060 013	969 693	472 346	4 502 052	-945 818
2001	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	3 213 013	1 018 178	495 963	4 727 155	-716 318
2002	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	3 373 664	1 069 087	520 762	4 963 512	-479 960
2003	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	3 542 347	1 122 541	546 800	5 211 688	-231 785
2004	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	3 719 465	1 178 668	574 140	5 472 272	28 800
2005	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	3 905 438	1 237 602	602 847	5 745 886	302 413
2006	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	4 100 710	1 299 482	632 989	6 033 180	589 707
2007	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	4 305 745	1 364 456	664 638	6 334 839	891 366
2008	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	4 521 032	1 432 679	697 870	6 651 581	1 208 108
2009	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	4 747 084	1 504 312	732 764	6 984 160	1 540 687
2010	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	4 984 438	1 579 528	769 402	7 333 368	1 889 895
2011	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	5 233 660	1 658 504	807 872	7 700 037	2 256 564
2012	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	5 495 343	1 741 430	848 266	8 085 038	2 641 566
2013	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	5 770 110	1 828 501	890 679	8 489 290	3 045 818
2014	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	6 058 616	1 919 926	935 213	8 913 755	3 470 282
2015	52 763	752 210	442 000	196 500	0	4 000 000	5 443 473	6 361 547	2 015 923	981 973	9 359 443	3 915 970

Fuente: Estimaciones del autor.

Nota: En este caso el proyecto no es rentable y su valor actualizado neto (VAN) es naturalmente negativo.

efectúan las inversiones necesarias, y donde ocurren, en consecuencia, grandes accidentes.

El monto de las inversiones que exige el TEPRE se ha determinado a partir de algunos cálculos provisorios de la CEPE. En efecto, aunque todavía no ha llevado a cabo un estudio definitivo, las primeras estimaciones de la CEPE calculan que deben invertirse aproximadamente 4.6 millones de dólares para que el Terminal, a diferencia de lo que ocurre actualmente, pueda operar de manera segura con barcos de gran tamaño. La CEPE estima asimismo que esa inversión podría realizarse en un lapso de tres años, Como puede apreciarse, se trata de una cantidad insignificante en comparación con las inversiones de los proyectos de turismo, pesca, alcantarillado, etc.

Un análisis cuidadoso de los cuadros permitirá apreciar que la inversión completa tiene una TIR de 70%, lo que hace de ella una operación extraordinariamente rentable. Debe tenerse presente, sin embargo, que si se realizan las inversiones de desarrollo (esto es, las referidas a pesca, turismo, etc.) y no las requeridas por el Terminal, se corre el riesgo de que los eventuales accidentes de éste hagan fracasar en definitiva a los proyectos restantes. En estricto rigor, el cálculo debería ser lo suficientemente fino como para incorporar precisamente ese aspecto, y cuantificar el riesgo de que ocurrieran tales accidentes, pero una vez más ese análisis escaparía del marco del presente estudio.

CONCLUSIONES

La evaluación económica del proyecto de descontaminación ambiental de la Refinería y del TEPRE demuestra que se trata de una inversión sumamente rentable. El hecho de que las cifras sean sólo aproximadas no impide ciertamente concluir que la realización del proyecto sería, sin lugar a dudas, un gran negocio para la CEPE. En efecto, obtener una tasa interna de retorno de más de 70% en las inversiones orientadas a mejorar la eficiencia interna y la productividad, debería inducir a los encargados de las políticas de la CEPE, tanto dentro de la propia empresa como en el gobierno, a reflexionar respecto de la conveniencia de no continuar demorando una decisión de tanta necesidad y tanto provecho.

Ahora bien, como se indicó en distintos momentos del presente trabajo, la solución del problema de la contaminación de la Refinería y del TEPRE no se reduce a la sola cuestión de las

mayores inversiones físicas, sino que se refiere también a la necesidad de crear nuevas condiciones en la gestión, flexibilizando las rígidas normas jurídicas y liberando a la empresa de la inmovilizadora dependencia institucional en que se encuentra, para que pueda así ser manejada con criterios empresariales descentralizados y ágiles, acordes con las exigencias de la época.

La idea de que la producción con tecnologías limpias, no contaminantes, no es compatible con las prioridades sociales del desarrollo, esto es, con la necesidad de destinar los escasos recursos a resolver los problemas de los sectores más postergados y no los de la contaminación, poco a poco se demuestra no ser sino un prejuicio, de validez, por lo demás muy discutible.

Aunque los resultados obtenidos por nuestro estudio no permiten generalizar la opinión contraria, constituyen sin duda un primer paso en el sentido de demostrar, mediante análisis más sistemáticos, que esas supuestas incompatibilidades sólo postergan el desarrollo, pues el círculo virtuoso formado ahora por las inversiones ambientales, los incrementos de la productividad y la mayor eficiencia, junto con la drástica disminución de la contaminación, genera retornos que permitirán avanzar más aceleradamente en la solución de las prioridades sociales señaladas.

Justo es señalar que este cálculo se vio facilitado por la existencia de la auditoría energética interna a la que se ha hecho ya varias veces mención; ésta entregó, en efecto, las primeras pistas acerca de dónde era necesario realizar las inversiones que pudieran optimizar el uso de la energía. El análisis efectuado con los técnicos de la Refinería demostró que las inversiones que se requerían para mejorar la relación con el medio ambiente eran del mismo tipo, criterio, por lo demás, acorde con la práctica internacional.

Así también, e intentando sacar enseñanzas aplicables a actividades similares de la CEPAL, es conveniente reconocer que todo esto fue posible porque junto al interés de los ejecutivos de la Refineria y de la CEPE en general, existió una fuerte presión por parte de la población de Esmeraldas para atacar el problema de la contaminación. Podría decirse que esta actitud está en consonancia con la tendencia que se aprecia en el mundo, en el sentido de que la inquietud por los problemas ambientales comienza a ponerse en el centro de la atención de la población común y corriente.

En este caso particular, el papel de la población fue extremadamente singular. La gente de Esmeraldas posee características muy especiales. Su entorno es el trópico húmedo costero, que tiene como cualidad inherente la exuberancia de la naturaleza, y es posible que ese hecho tenga algo que ver con la vehemencia con que esa población se expresa. La realización del

seminario-taller y el contacto que se estableció con los habitantes del lugar hicieron evolucionar la concepción de la contaminación, que de algo hasta ese momento frío, medible, propio del mundo de lo físico-químico, llegó a convertirse en un elemento dinámico evolutivo, asociado mientras no se les demostrara seriamente lo contrario a los lugareños, con la mayor parte de los males del lugar o incluso culpable de ellos. Así fue como, por inspiración de la población, la contaminación pasó a ser una especie de demonio y la discusión del taller pareció a ratos inspirada más por la pasión de lo imaginario que por lo simplemente real. A pesar de ello fue sorprendente constatar que el seminario-taller pudiera llegar a conclusiones y resoluciones pertenecientes al mundo de lo real, sencillas y positivas, acordadas entre el personal técnico y la población.

Esta difícil y compleja relación de la población con la Refinería también se explica por el escaso impacto social de signo positivo que ésta ha tenido desde su construcción a la fecha, por el hecho de que la generación de empleo especializado ha privilegiado la contratación de personal de otras zonas del Ecuador, y porque éste vive aislado de la población local.

No se profundizó en ese tema en el seminario-taller ni en el presente estudio. Sin embargo, el problema deja una importante enseñanza para las nuevas inversiones que puedan llegar a concretarse en los próximos años. Esta enseñanza se refiere a la necesidad de planificar a largo plazo y con las debidas consideraciones ambientales el emplazamiento de las viviendas de los trabajadores, y de definir asimismo sus características sociales y de edad de modo de asegurar la incorporación permanente de trabajadores locales a medida que el personal va jubilando.

Ahora bien, pasando a conclusiones más estrictamente económicas, pero que escapan en cierto modo a los límites particulares de este trabajo, podemos agregar que algunos estudios preliminares de la CEPAL habían llegado a resultados similares. Estos estudios indicaban que el costo adicional de las inversiones industriales que incorporan tratamientos primarios y secundarios para sus efluentes, representaba menos de 8% del total de las inversiones de la industria en cuestión. En efecto, se alcanza ese 8% sólo en procesos de producción sumamente contaminantes como, por ejemplo, el de la celulosa. En el caso de las curtiembres, otra industria contaminante, la cifra no supera el 4%. Sin embargo, no tenemos datos relativos a los retornos que podrían generar estas mayores inversiones. Habría que investigar el tema, tomando como punto de partida la hipótesis optimista de que, como parece insinuar

el presente estudio, las inversiones de protección ambiental tienen en general retornos elevados.

El análisis económico del proyecto de mejoramiento ambiental de la Refinería y del TEPRE da, como sabemos, respuestas positivas. En este caso no se estimó necesario calcular las pérdidas de petróleo o de sus derivados; se prefirió centrar el estudio en los efectos que tendría sobre el resto de la economía de la zona el que continúe sin efectuarse la inversión en el nuevo Terminal, aun cuando la concreción de esa inversión no garantiza por sí sola el éxito del programa. La actualización de los proyectos de inversión basados en la explotación de la pesca, la cría de camarones y el turismo indica que éstos tienen una rentabilidad de más de 60%, y esos beneficios son precisamente los que pone en peligro el hecho de seguir operando en las mismas condiciones con el Terminal provisorio.

Se estimó innecesario hacer figurar en esta presentación algunas de las simulaciones que se hicieron. Cabe destacar que estas simulaciones indicaron que los resultados correspondientes a los tres distintos escenarios poco difieren entre sí en el caso de que, a pesar de realizarse la inversión física, sigan ocurriendo accidentes por negligencias en la gestión.

La manera de abordar el problema resolvió parcialmente la dificultad metodológica que existía para la evaluación de costo-beneficio que se señaló al comienzo de este estudio. Sin embargo, aquí también queda de manifiesto que es necesario avanzar de manera más acelerada en la vinculación de las cuestiones ecológicas y las cuestiones económicas, y asumir efectivamente el carácter multidisciplinario de la problemática ambiental.

Notas

[1] En rigor, éste es precisamente el punto que está en el centro mismo del debate actual en torno al desarrollo industrial moderno. La internacionalización de los procesos productivos ha contribuido a elevar notoriamente la competitividad del sector industrial de algunos países desarrollados emergentes y de algunos de los de industrialización reciente. El balance de más de 10 años demuestra que los logros alcanzados por los países de más éxito en este campo (Japón, la República Federal de Alemania, Italia, Corea del Sur y varios de los últimos) tienen que ver, entre otras cosas, con el acento que pusieron en mejorar la productividad de los procesos industriales. Véase al respecto los materiales del Seminario sobre Reestructuración Industrial y Competitividad Internacional,

organizado por la CEPAL en Santiago de Chile, entre el 5 y el 7 de diciembre de 1988.

[2] Véase PMRC (1987, p. 49). Es posible, sin embargo, según pudo precisar el autor en sus visitas a los alrededores de Atacama y Suá, que en la actualidad (1989) el número de laboratorios sea mucho mayor.

[3] Estas cifras no parecen estar en consonancia con los datos relativos a la capacidad instalada que se mencionaron más arriba. Un estudio de factibilidad tendría que examinar la congruencia entre ambas informaciones.

[4] Es evidente que el cálculo no considera todos los elementos presentes. Así, entre otras cosas, no fue posible hacer, por ejemplo, una estimación más precisa respecto de la rentabilidad esperada de las inversiones en laboratorios de camarones.

[5] Los cálculos están basados en los precios de mercado de principios de 1989, según estimaciones del autor.

Anexo I

ANALISIS DE LA CONTAMINACION PRODUCIDA POR LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS EN LOS RIOS TEAONE Y ESMERALDAS

Por Richard Villarcís M.
Jefe de la Unidad de Control de Contaminación
Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao

I. GENERALIDADES

Esmeraldas es una provincia costera, ribereña del Océano Pacífico y recorrida por dos grandes ríos, el Teaone y el Esmeraldas, que son portadores de los desechos de una serie de industrias, entre las que destacan la Refinería Estatal Esmeraldas, la Central Térmica del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) y la empresa Contrachapados de Esmeraldas. Como se sabe, estos desechos son los causantes de la destrucción del equilibrio ecológico de esos ríos.

Por tal razón, la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao (SUINBA), a través de la Unidad de Control de la Contaminación, está empeñada en afrontar el problema de la contaminación en toda el área que cae bajo su jurisdicción, en virtud de las facultades y funciones que le asigna la ley. En efecto, mediante el Decreto Supremo Nº 945, publicado en el Registro Oficial Nº 643 del 20 de septiembre de 1974, se añadió al Título III del Código de Policía Marítima una sección referida al control y prevención de la contaminación de las costas y aguas nacionales producidas por los hidrocarburos. Por otro lado, la Ley de Régimen Administrativo de los Terminales Petroleros, en su artículo 11, asigna funciones y atribuciones al superintendente para el control de la contaminación en su jurisdicción, y el artículo 9 lo dota de organismos técnicos administrativos —en este caso, la Unidad de Control de Contaminación— para llevar a cabo sus funciones.

Ahora bien, la contaminación del agua es, en términos generales, toda alteración del equilibrio y calidad normal de la misma. En tal sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) precisa que el agua debe considerarse contaminada cuando su composición o estado están alterados de tal modo que ya no reúnen las condiciones que permiten los diversos usos —o el conjunto de éstos— a los que se la hubiera destinado en su estado normal.

Esta definición incluye aquellas alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas que hacen que el agua pierda las características normales que posibilitan su uso doméstico, industrial, agrícola, etc.

Sin embargo, para comprender con mayor amplitud el problema, quizás convenga definir previamente, de manera esquemática, el modo en que se verifican cada una de las distintas formas de contaminación.

La contaminación atmosférica es la presencia en el aire de gases residuales u olores —procedentes a su vez de procesos químicos o biológicos— que contienen sustancias que pueden considerarse dañinas para el hombre, o la vida en general, bien porque reduzcan la cantidad de oxígeno indispensable para la vida, bien porque no sean deseables desde el punto de vista estético, o bien porque sean directamente tóxicos.

La contaminación del agua deriva principalmente del hecho de arrojar en ella sustancias que sean nocivas ya por su toxicidad, ya porque reducen el nivel de oxígeno contenido en el agua, o porque resultan estéticamente desagradables.

La contaminación del suelo, finalmente, se debe a una utilización de éste que lo deja en malas condiciones para atender las necesidades futuras del hombre.

II. FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION EN LA PROVINCIA DE ESMERALDAS

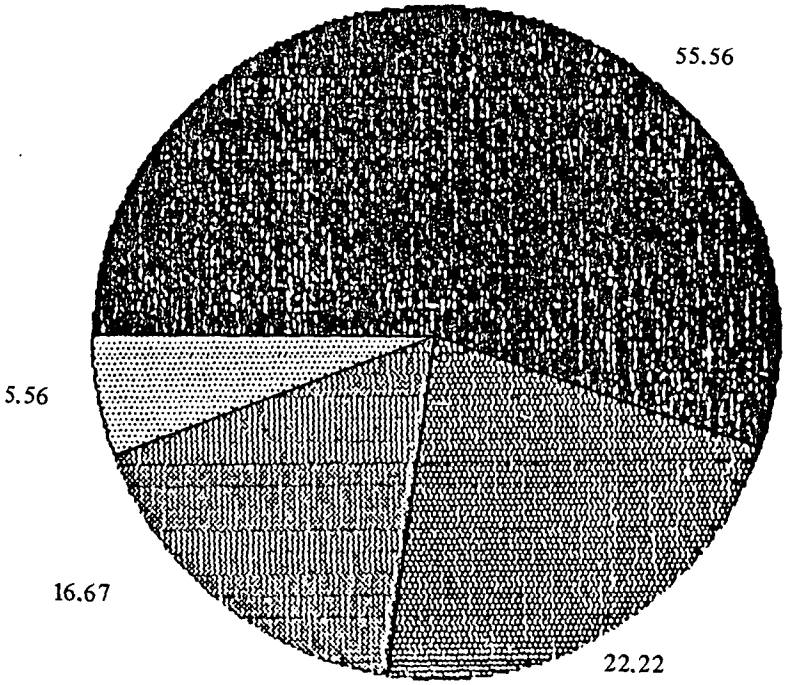
Las instalaciones del Terminal Petrolero de Balao, del Terminal de Productos Elaborados de la Refinería Estatal Esmeraldas (TEPRE), de los Terminales del Oleoducto Transecuatoriano y del Poliducto, de la Central Termoeléctrica de INECEL (véase el gráfico 1), el gran tráfico de buques tanques en la zona y muchos otros factores, hacen de la provincia de Esmeraldas una región de alto riesgo ambiental, propensa a sufrir graves trastornos en su ecosistema, e incluso desastres mayores por la posibilidad siempre presente de derrames hidrocarburíferos. Son estas peculiares condiciones las que obligan a multiplicar y a hacer más eficaces las medidas de carácter preventivo, dado que sería extremadamente difícil contrarrestar los efectos de un derrame de magnitudes proporcionales al enorme volumen de hidrocarburos que se manipulan o almacenan en el área.

Con fines metodológicos enumeraremos a continuación algunas de las zonas de mayor riesgo, tanto por el volumen de hidrocarburos acumulados como por la importancia del área en cuestión. Resulta sumamente útil, en efecto, conocer adecuadamente el área que se desea proteger.

Gráfico 1

ECUADOR: CONTAMINACIONES POR HIDROCARBUROS EN LOS RIOS TEAONE Y ESMERALDAS

(En porcentajes)



REFINERIA	(55.56)
INECEL	(22.22)
EMELESA	(16.67)
CODESA	(5.56)

1. *Area marítima*

a) *Terminal Petrolero de Balao*

Dada su importancia en el transporte internacional de petróleo, el puerto petrolero de Balao es, a nuestro juicio, el área en que deben concentrarse los mayores y principales esfuerzos de protección. Indicamos a continuación las fuentes de contaminación y la magnitud de los derrames posibles.

Fuentes de contaminación:

- Fuga de mangueras: máximo 50 t
- Descarga de buques tanques: aproximadamente 10 000 t
- Aguas de deslastre: aproximadamente 400 t
- Línea del oleoducto
- Tanques de almacenamiento.

b) *Puertos pesquero y comercial*

Debido a que el Terminal de Gas (TERGAS), que abastece de combustible a los buques pesqueros, se encuentra muy cerca de ambos puertos, analizaremos estas tres instalaciones en forma conjunta.

Es necesario tomar en consideración el poco oleaje y la gran cantidad de vida marina de las dársenas, a fin de definir adecuadamente los criterios de prevención y control de la contaminación.

Fuentes de contaminación:

- Achiques de sentinas
- Aprovisionamiento de combustible
- Entrada de contaminante a las dársenas por acción de las corrientes.

2. *Area terrestre*

a) *Refinería Estatal Esmeraldas*

Al analizar los focos de riesgo en materia de contaminación, hay que prestar especial atención a la Refinería, en razón del considerable volumen de hidrocarburos que maneja, de su cercanía a los ríos Teaone y Esmeraldas, y, por consiguiente, al mar.

Fuentes de contaminación:

- Area de procesos
- Area de asfaltos

- Tanques de almacenamiento
- Sistema de tratamiento de aguas residuales
- Piscinas de residuos oleosos (aguas lluvias).

b) *Poliducto*

Por tratarse de productos derivados, debe prestarse atención a este sector más con fines de seguridad que de control y combate de la contaminación.

Fuentes de contaminación:
- Tanques de almacenamiento
- Líneas del poliducto.

c) *Central Térmica de INECEL*

Ya que en la actualidad se encuentra operando como central de emergencia, analizaremos los focos más riesgosos.
- Tanques de almacenamiento de combustible
- Líneas de carga
- Sistema de evacuación y tratamiento de aguas.

III. PREVENCION DE LA CONTAMINACION

En una instalación petrolera, cualquiera sea su tipo, la mejor manera de enfrentar el problema de la contaminación por petróleo es prevenir los derrames.

La prevención es el resultado de acciones planificadas de antemano y llevadas cuidadosamente a cabo según determinadas normas.

De ese modo, el objetivo fundamental de un programa de control total de la contaminación debe ser el de prevenir los derrames de petróleo, esto es, la evacuación de aguas contaminadas desde la unidad de que se trate. Sabiendo que el petróleo y sus derivados son productos de gran valor, nadie fomenta ciertamente de modo deliberado los derrames: prácticamente todos los derrames son accidentales. Estos accidentes pueden ser clasificados, según su origen, en aquellos que derivan de fallas de equipos y en aquellos que derivan de fallas humanas. Todo programa de prevención debe, por tanto, tomar en cuenta esa diferencia.

Un programa de prevención y control de la contaminación comprende las siguientes fases:

a) Identificación del problema y elaboración de un plan de acción
b) Diseño de ingeniería
c) Instalaciones de los equipos y puestos de funcionamiento
d) Pruebas e inspecciones
e) Entrenamiento del personal.

IV. METODO DE MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES

A continuación describiremos brevemente el método de muestreo que se emplea para determinar el nivel de las diversas sustancias que se encuentran en las aguas residuales. Conviene advertir, sin embargo, que desde el momento en que las características de las aguas residuales pueden variar considerablemente de un lugar a otro o de un determinado período a otro, las muestras deben ser recogidas de modo tal que sean lo más representativas posibles.

El procedimiento es como sigue: en primer lugar, durante la etapa de muestreo se recogen muestras pequeñas y se hace con ellas una sola mezcla para obtener una muestras promedio o agregada. Dependiendo del funcionamiento de la planta, se pueden obtener agregados cada ocho, 16 o 28 horas; la obtención de muestras diarias durante tres días consecutivos constituye un programa de muestreo. El tamaño de la muestra recogida en cualquiera de estos momentos no debe ser menor de 200 ml. La muestra agregada puede ser recogida de manera manual o por medio de aparatos automáticos, que dicho sea de paso, pueden recoger un mínimo de dos galones en 24 horas.

Los datos que se pueden obtener de una muestra residual se refieren a los siguientes aspectos:

pH	Hierro
Alcalinidad o acidez	Plomo
Dureza total	Manganeso
Cloruros	Nitratos
Sulfatos	Nitritos
Sólidos en suspensión	Aceite (petróleo)
Sólidos totales disueltos	Fenoles
Fosfatos	Cianuros
Cromo exavalente	DBO (demanda bioquímica de oxígeno)
Cromo total	DQO (demanda química de oxígeno)

1. *Manipulación de las muestras*

Determinadas pruebas analíticas exigen en forma especial que las muestras sean analizadas o estabilizadas inmediatamente después de ser recogidas a fin de que sus componentes no sufran alteraciones antes del análisis.

Algunos de los parámetros que deben analizarse de inmediato son, por ejemplo, los siguientes:

- Oxígeno disuelto
- Sulfuro de hidrógeno
- Temperatura
- pH.

Algunas de las muestras propensas a sufrir cambios y que deben estabilizarse apenas recogidas son las siguientes:

- Cianuros
- Fenoles
- Nitrógeno
- Metales pesados.

2. *Análisis de los resultados*

El aspecto más importante del análisis de los resultados es la comparación entre los niveles de las sustancias que emite la planta y los niveles aceptables correspondientes, establecidos por las normas del organismo regulador en la materia. Esa comparación permite determinar si hay algún problema en las aguas residuales y, de igual manera, el alcance del mismo.

Si después de analizar y comparar las muestras se llega a la conclusión de que algunos de los fluidos liberados por la planta contienen niveles inaceptables de contaminantes, el paso lógico siguiente debe consistir en revisar el proceso particular que produce esa contaminación.

El cuadro 1 nos da a conocer una serie de procesos aplicables al tratamiento de ciertos contaminantes.

En el cuadro 2 se presentan datos estadísticos relativos a la contaminación provocada por derrames de hidrocarburos de más de 10 000 galones tanto en el área marítima como en el área terrestre de la provincia de Esmeraldas. (Véanse el cuadro 2 y el gráfico 2.) En el cuadro 3 se presentan los datos correspondientes a los derrames de hidrocarburos de menos de 10 000 galones.

Cuadro 1

PROCESO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION

	Contaminantes																			
Proceso	Ph	Acidos	Alcalis	Sólidos sedimentables	Sólidos en suspensión	Metales pesados	Cromo hexavalente	Cianuro	Materia orgánica	Aceites	Fenol	Cuerpos colorantes	Sabor y olor	Herbicidas y pesticidas	Cantidad total de sólidos en suspensión	Contaminación térmica	Nutrientes	Fosfatos	Nitrógeno	Radioactividad
Neutralización (reajuste del pH)	X	X	X																	
Oxidación o reducción química							X	X			X	X	X							
Sedimentación				X	X					X										
Clarificación				X	X	X	X		X	X								X		
Filtración				X	X	X														
Flotación					X					X										
Intercambio de iones						X	X				X				X			X	X	X
Detención en lagunas				X					X	X	X	X	X			X		X	X	
Ruptura de la emulsión										X										
Adsorción									X		X	X	X	X						X
Tratamiento biológico									X		X	X	X					X	X	
Incineración directa								X	X	X	X									
Deshidratación del cieno				X	X	X			X	X	X	X	X							
Eliminación final del cieno				X	X	X			X	X	X	X	X							
Inyección en capas profundas	X	X						X							X					
Torres de refrigeración																X			X	
Técnicas de desalinización															X			X	X	X

Nota: Los distintos contaminantes pueden ser tratados mediante diversos procesos o diversas combinaciones de los mismos. Así, por ejemplo, los residuos orgánicos que contengan más de 70 mg/l de sólidos en suspensión pueden requerir un proceso de clarificación antes de ser sometidos a la adsorción carbónica.

Cuadro 2

ECUADOR: DERRAMES DE HIDROCARBUROS DE MAS DE 10 000 GALONES, 1980-1989

Día	Mes	Año	Origen	Area	Costos (sucres)	Observaciones
16	03	1982	Piscinas de residuos oleosos, Refinería Estatal Esmeraldas	Ríos Teaone y Esmeraldas	1 224 482.00	Rotura de la pared lateral de la piscina
25	03	1983	Piscina de residuos oleosos, Refinería Estatal Esmeraldas	Ríos Teaone y Esmeraldas	432 846.00	Desbordamiento de la piscina debido a precipitaciones pluviométricas
08	08	1985	Instalaciones de la Monoboya "Y"	Monoboya "Y"	2 262 632.00	Rotura de un tramo de la manguera flotante
14	12	1986	Instalaciones de la Monoboya "Y"	Monoboya "Y"	2 128 550.00	Rotura de un tramo de la manguera de la línea de carga
14	12	1987	BT/P LEIT SU	Fondeo	882 300.00	Rotura del caso del buque
09	02	1989	Instalaciones del Tepre	Tepre	2 326 070.40	Rotura de tres tramos de manguera de la línea de carga de fuel oil
20	02	1989	BT/P NAPO	Monoboya "X"	3 317 588.65	Evacuación de lastre contaminado con combustible (fuel oil internacional)

Cuadro 3

ECUADOR: DERRAMES DE HIDROCARBUROS DE MENOS DE 10 000 GALONES

Día	Mes	Año	Origen	Area	Observaciones
10	ENE	1980	Refinería	Terrestre	Rebosamiento del canal interior de la refinería por fuerte lluvia
05	MAY	1980	Refinería	Terreste	Evacuación de la piscina de aguas lluvias de la refinería
30	SEP	1980	Refinería	Terrestre	Fuga de hidrocarburos de la Refinería hacia el Río Teaone
13	MAR	1981	EMELESA	Río Teaone	Fuga de BUNKER hacia el Río Teaone
09	ABR	1981	EMELESA	Terrestre	Derrame BUNKER reservorio hacia el Río Teaone
11	ABR	1981	EMELESA	Río Teaone	Fuga BUNKER al Río Teaone
16	DIC	1981	Refinería	Terrestre	Fuga de productos desde la piscina de aguas lluvias
25	JUN	1982	INECEL	Terrestre	Descarga de agua contaminada (BUNKER)
16	DIC	1982	INECEL	Terrestre	Descarga de agua contaminada (BUNKER)
16	ABR	1983	INECEL	Terrestre	Descarga de agua contaminada (BUNKER)
15	JUN	1984	Refinería	Terrestre	Evacuación de agua contaminada
09	AGO	1984	Refinería	Terrestre	Canales sucios con productos
18	DIC	1984	Refinería	Terrestre	Acumulación de productos en canales que fueron a desembocar al Río
11	FEB	1985	Refinería	Terrestre Río Teaone	Descarga de productos al Río Teaone
24	MAR	1986	Refinería	Terrestre Río Teaone	Evacuación de agua contaminada con productos
08	JUL	1986	INECEL	Terrestre Río Teaone	Evacuación BUNKER Río Teaone
13	JUL	1987	Refinería	Río Teaone	Evacuación producto refinería
25	NOV	1988	CODESA	Río Esmeraldas	Evacuación BUNKER Río Esmeraldas

V. SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUAS ACEITOSAS

1. *Descripción*

Tanto las aguas aceitosas del área de procesos, como las aguas aceitosas de la sección de transferencia y almacenamiento que resultan del drenaje de los tanques de almacenamiento, son conducidas a través de líneas subterráneas hacia los API A y B, esto es, los separadores de agua y aceite, donde, por efecto de la gravedad y con ayuda de desnatadores, se produce precisamente la separación del agua y del aceite.

Trasladado posteriormente a las tolvas de recuperación mediante las bombas Y-P 4001 A y B, el aceite es calentado luego en un serpentín de vapor. Allí, gracias a la forma cónica del equipo, se destruyen las emulsiones y se decanta el agua, que es bombeada luego a la piscina de aguas lluvias. El aceite, que se mantiene fluido gracias a la temperatura, es trasladado a su vez a los tanques de residuos oleosos mediante las bombas Y-P 4003 A y B.

El agua de los API A y B se envía como carga a la unidad de floculación por medio de las bombas Y-P 4005 A y B, donde se la somete a un tratamiento de floculación destinado a sedimentar los lodos.

En la zona de reacción se le agregan sulfato de aluminio ($(SO4)_3 Al_2$) y un polielectrolito (DI-CHEM 573), que son mezclados mediante agitadores.

Una vez formados, los flocos se sedimentan, se drenan y son enviados luego a la piscina de lodos con las bombas Y-P 4002 A y B. Por la parte inferior de ésta se inyecta aire al agua a fin de que los lodos livianos asciendan a la superficie, desde donde son recuperados mediante desnatadores y enviados posteriormente a la piscina de lodos. El agua limpia es enviada luego, por su lado, a la piscina de aeración.

2. *Problemas e inconvenientes del sistema de recuperación de aguas aceitosas*

Este método de recuperación presenta, sin embargo, algunos problemas, que se hacen presentes, en su mayor parte, cuando dejan de funcionar, por ejemplo, los API A y B, cuando se contaminan los tanques de almacenamiento por fallas de manejo, o en períodos de grandes lluvias, En efecto, en todos esos casos las aguas aceitosas, sin ningún tipo de tratamiento, son enviadas directamente o por un

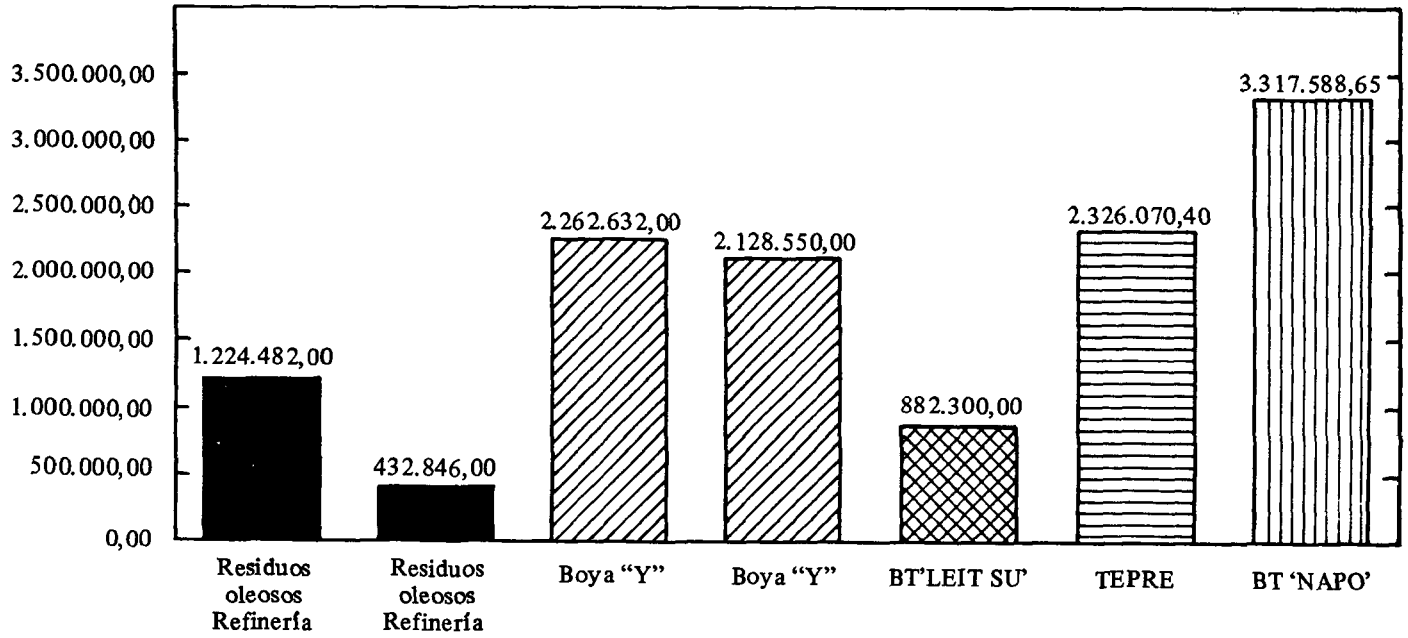
desvío a la piscina de aguas lluvias, que es evacuada hacia el río Teaone cuando el agua alcanza niveles críticos. Así pues, el río recibe en tales casos aguas que prácticamente a causa de la densa capa de aceite que las recubre, no llevan oxígeno disuelto, con una gran cantidad de sulfuro de hidrógeno (SH_2), a alta temperatura, y, a veces, debido a la formación de emulsiones cargadas también de aceite. Por otro lado, en verano, dado que lo exiguo de su caudal le impide degradar o depurar las aguas, el Teaone concentra impurezas que permiten la proliferación de bacterias y virus.

En el cuadro 4 pueden apreciarse datos estadísticos relativos a la calidad de estas aguas, que son las pruebas palpables del continuo deterioro de los ríos Teaone y Esmeraldas.

Gráfico 2

ECUADOR: DERRAMES DE MAS DE 10 000 GALONES, 1980-1989
COSTOS

(Sucres)



Cuadro 4

ECUADOR: ESTADISTICA DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LAS AGUAS DE LOS RIOS TEAONE Y ESMERALDAS

	Evacuación de la refinería	Rangos recomendables de aguas residuales	Evacuación de la refinería	Rangos recomendables de aguas residuales	Evacuación de la refinería	Rangos recomendables de aguas residuales	Evacuación de la refinería	Rangos recomendables de aguas residuales	Evacuación de la refinería	Rangos recomendables de aguas residuales	Evacuación de la refinería	Rangos recomendables de aguas residuales
	1983		1985		1986		1987		1988		1989	
Río Teaone												
pH	'7.7	5.5-8.0	'6.99	5.5-8.0	'6.99	5.5-8.0	'7.31	5.5-8.0	'7.75	5.5-8.0	'6.2	5.5-8.0
Temp°C	'30.95	Máx.35°C	'29.38	Máx.35°C	'29.44	Máx.35°C	'31.75	Máx.35°C	'34.2	Máx.35°C	'36.5	Máx.35°C
CrO4= ppm	0.0	--	0.15	--	'2.3	--	'0.5	--	0.1	--	0.0	--
Fenoles ppm	0.0	--	0.68	--	0.17	--	0.17	--	0.0	--	0.0	--
H2S ppm	0.15	--	0.65	--	'1.25	--	0.8	--	'1.85	--	0.65	--
Río Esmeraldas												
pH	'7.55	5.5-8.0	'6.38	5.5-8.0	'7.75	5.5-8.0	'6.98	5.5-8.0	'5.17	5.5-8.0	'5.8	5.5-8.0
Temp°C	'30.93	Máx.35°C	'28.83	Máx.35°C	'29.33	Máx.35°C	'28.54	Máx.35°C	'29.35	Máx.35°C	'31.5	Máx.35°C
CrO4= ppm	0.0	--	0.3	--	0.54	--	0.0	--	0.0	--	0.0	--
Fenoles ppm	0.05	--	'1.5	--	'1.25	--	0.0	--	'1.15	--	0.05	--
H2S ppm	0.0	--	0.75	--	'1.78	--	0.05	--	0.5	--	0.01	--
OD ppm	'1.7	Mín.4.0	'1.7	Mín.4.0	'2.88	Mín.4.0	'3.21	Mín.4.0	'3.15	Mín.4.0	'4.5	Mín.4.0
Aceite ppm	0.0	Máx.15.0	0.0	Máx.15.0	'2.75	Máx.15.0	'3.0	Máx.15.0	0.5	Máx.15.0	0.0	Máx.15.0

Anexo II

NECESIDADES DE INFORMACION PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CONTAMINACION EN LOS RIOS ESMERALDAS Y TEAONE

Melio Sáenz y Arturo Hernández

(Subgerencia de Planificación y Desarrollo Corporativo,
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana)

INTRODUCCION

No existe una definición única de la contaminación ambiental; hay, por el contrario, varias definiciones más o menos coincidentes, que, como es natural, dependen de los criterios diversos de sus autores. Así, por ejemplo, algunas legislaciones no exigen que el agua potable sea químicamente pura, pero consideran que aquella que contiene sales en disolución es apta para el consumo humano únicamente en el caso en que la presencia de esas sales derive de un fenómeno natural y no de las actividades del hombre (Colas, 1962).

Para situar adecuadamente el problema, hay que tener presente la complejidad que presenta dentro de lo qué podemos llamar el macroambiente y el microambiente. De ese modo, en el caso de las cuencas hidrográficas de los ríos Esmeraldas y Teaone, junto con enfocar los tradicionales aspectos socioeconómicos y políticos que involucran los temas ambientales, debemos poner especial énfasis en el conocimiento de sus características geográficas hidrometeorológicas.

A juicio nuestro, en efecto, el conocimiento completo de esta realidad constituye una condición previa y necesaria de las acciones de vigilancia y control del problema ambiental.

Este conocimiento se refiere básicamente a la posibilidad de disponer de información oportuna sobre el uso y manejo del recurso de que se trate, así como a la posibilidad de contar con las herramientas de procesamiento que nos permitan extraer las conclusiones debidas.

El presente trabajo constituye una propuesta preliminar en orden a explorar y estructurar el sistema de informática que resulta necesario para llevar a cabo las tareas de vigilancia y control de la calidad del agua en las cuencas de los ríos Esmeraldas y Teaone.

I. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El río Esmeraldas se forma por la confluencia de tres sistemas, el del río Guayllabamba, el del Blanco y el del Quinindé, y recibe en su curso inferior el aporte de los ríos Teaone y Viche.

En su parte superior, las cuencas corresponden al tipo particular de ríos de montaña, que se transforman en ríos de llanura en la zona costera. Los ríos reciben carga contaminante a lo largo de todas sus áreas de influencia. La carga está constituida por los residuos de los asentamientos humanos, de los complejos industriales y de las actividades agropecuarias, pero también por sedimentos y materia orgánica, esto es, los elementos directamente naturales que arrastran los ríos.

La carga contaminante no sólo afecta al elemento hídrico: también modifica las condiciones del suelo y del aire, incidiendo así directamente en el comportamiento socioeconómico de la comunidad. No debe olvidarse, sin embargo, que el medio marítimo es uno de los más afectados, puesto que en virtud de sus características térmicas y dinámicas transforma los elementos depositados en él y, de ese modo, transforma su composición propia.

Distingamos los diversos fenómenos que concurren al problema agrupándolos en las siguientes categorías.

a) *Hidrológicos*

Considerada la carga contaminante como parte del medio acuoso, las características de éste dependen de factores hidrológicos tales como las precipitaciones, el escurrimiento, la percolación, la evapotranspiración, y otros de esa índole.

Existen al respecto varios estudios, realizados por instituciones ecuatorianas con apoyo de organismos internacionales, que deben ser actualizados a fin de lograr la caracterización de las diversas zonas. De ese modo obtendremos básicamente los regímenes generales de los caudales y también las crecidas.

b) *Hidrodinámicos*

Dos ambientes tienen que ser analizados en este caso, el fluvial y el marítimo.

i) *Ambiente fluvial*

El estudio del régimen permanente de los ríos deberá proveernos de la información necesaria para elaborar los planes generales de vigilancia y control; mientras que el análisis de la propagación de las crecientes nos servirá para elaborar los planes destinados a enfrentar las situaciones de emergencia (Sáenz, 1974; Sáenz, Moncayo y León, 1985).

ii) *Ambiente marítimo*

Los fenómenos relacionados con nuestro problema son aquellos que guardan relación con la propagación de las mareas, que transportan y dispersan la carga contaminante, con las olas generadas por el viento, y con los fenómenos de intercambio energético entre el mar y la atmósfera; éstos, en efecto, generan corrientes de convección a lo largo de la capa de mezcla de la masa oceánica y contribuyen así a la dispersión de la carga contaminante.

Es de mucho interés estudiar las interacciones que se verifican dentro del ambiente marítimo del estuario, para definir los períodos de permanencia de la carga contaminante en las zonas que interesan al estudio (le Prevost y Sáenz, 1979; Sáenz, 1978a; Sáenz, 1978b).

c) *Transporte*

Una vez incorporada al medio acuoso, la carga contaminante es transportada mediante mecanismos de dispersión y difusión. El estudio debe conducirnos a configurar las cartas de distribución horizontal y vertical de la carga contaminante (Koussis, Sáenz y Tolly, 1982).

d) *Químico-biológicos*

La estabilidad de la carga contaminante constituye un elemento fundamental en la distribución de la misma dentro de la masa hídrica. Esta estabilidad está directamente relacionada con los procesos químicos y biológicos que tienen lugar en ella.

Dependiendo de diversas condiciones, los contaminantes pueden combinarse entre sí; esa combinación puede agravar o atenuar los efectos de los elementos aislados (Tyler Miller, 1975).

II. VIGILANCIA Y CONTROL

En general, los efectos de la contaminación pueden agruparse en seis grandes categorías, que exponemos aquí en orden creciente de importancia.

- Molestias y perturbaciones estéticas
- Daños a la propiedad
- Daños a la salud del hombre
- Daños al aparato genético y a la reproducción en general
- Macroperturbaciones del ecosistema a nivel local, regional o global.

Es fácil suponer que todos estos efectos —algunos de ellos, como los relativos a la supervivencia misma del hombre y del planeta, gravísimos— se hallan presentes al menos en forma potencial en la zona que nos interesa, incluso si no se han determinado con precisión los niveles de contaminación de las aguas. Un claro conocimiento de la situación permitirá, por lo tanto, emprender acciones que contribuyan a establecer las condiciones de la convivencia pacífica entre el hombre y el medio ambiente.

Esta situación hizo necesario elaborar un plan integral para la vigilancia y control de la calidad del agua. Ese plan, que contempla tres etapas, cada una constituida por diferentes pasos, es el que se presenta a continuación.

Etapa I: A corto plazo

1. Constitución de la unidad ejecutora del proyecto de control de las cuencas del Esmeraldas y del Teaone.
2. *Análisis y caracterización de la calidad del agua en la cuenca hidrográfica*: mediante este análisis se definirán tanto los índices de calidad (desde el punto de vista de los parámetros que se seleccionen) como los criterios con que se evaluará el estado de la contaminación.
3. *Catastro de descarga de efluentes*: en este paso se registrarán la calidad y cantidad que aporta cada descarga, identificando, además, la posición relativa de las descargas en la cuenca respectiva.
4. *Proyectos de investigación*: tales proyectos deberán estudiar las siguientes áreas:
   - Uso del suelo
   - Contaminación térmica, con énfasis en el posible aprovechamiento de los efluentes
   - Eutrofización

- Estudio del estuario y de la zona litoral
- Transporte y distribución de contaminantes
- Control viral
- Contaminación por petróleo, sus efectos y limpieza
- Desarrollo de tecnologías apropiadas para el tratamiento de los efluentes
- Plan de contingencias.

5. *Diseño del sistema de vigilancia y control*: esta parte del plan se refiere a la infraestructura, el equipamiento y el funcionamiento del sistema, incluyendo las evaluaciones económicas y los planes de ejecución correspondientes.
6. *Base legal*: perfeccionamiento de normas y reglamentos que faciliten la instalación y operación del sistema de vigilancia y control de la cuenca.

Etapa II: A mediano plazo

1. Mejoramiento de la infraestructura necesaria para el tratamiento primario de los efluentes urbanos, domésticos e industriales.
2. Diseño y construcción de la infraestructura para el tratamiento secundario y terciario de los efluentes industriales, de acuerdo con las necesidades establecidas a partir de la aplicación de las normas y reglamentos vigentes.
3. Diseño y construcción de las instalaciones de reciclaje de nutrientes y recursos.
4. Establecimiento de mecanismos destinados al control de la contaminación térmica, la contaminación del océano y del estuario, y la eutrofización; asimismo, construcción de mecanismos que impidan el ingreso de elementos tóxicos al sistema.
5. Elaboración de planes y políticas para el uso del suelo y de la energía; elaboración, asimismo, de las políticas poblacionales correspondientes.

Etapa III: A largo plazo

Los objetivos que se pretende alcanzar son los siguientes:
1. Puesta en marcha del sistema integral de vigilancia y control de la cuenca.
2. Control de la contaminación térmica, tanto oceánica como fluvial.
3. Control de los desechos urbanos e industriales.

4. Optimización del uso y explotación de los recursos en términos sociales y económicos.
5. Coordinación que permita hacer uso del mismo recurso en diferentes proyectos sin alterar su calidad.

Se deben elaborar al mismo tiempo planes de captación y procesamiento de la información correspondiente a cada una de estas fases. Más adelante veremos, de modo esquemático, los aspectos más importantes de estos planes.

III. LOS PRINCIPALES INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua se establece mediante una serie de indicadores físicos, químicos y biológicos; éstos miden en general la presencia o ausencia de ciertos elementos o sustancias y las propiedades físicas del agua. Instituciones nacionales y extranjeras han fijado determinados valores estándares para esos indicadores mediante los cuales se puede definir la calidad del agua correspondiente a las muestras específicas que se tomen.

A continuación presentaremos los indicadores más importantes.

Aceites: Se refiere a la presencia de petróleo o de aceites en emulsión o en solución; en aguas naturales algunos aceites pueden provenir de la descomposición del planctón o de otras formas de vida acuática.

Acidez: La mayor o menor acidez puede resultar, por ejemplo, de la presencia de CO_2 no combinado, de la presencia de sales ácidas minerales, o de la existencia de sales, como las de hierro o de aluminio, que derivan de ácidos fuertes y bases débiles.

Alcalinidad: Indica la presencia de ciertos iones, como por ejemplo, carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos.

Dureza: Es una característica del agua que depende de la concentración total de los iones de calcio y magnesio, y la presencia, entre otros, de iones de sodio y de potasio.

Temperatura: Se trata de un factor de importancia para las reacciones químicas, las condiciones de salubridad, y la presencia de gases en el agua; influye en la concentración de oxígeno disuelto y afecta directamente a la flora y a la fauna.

pH: El valor del pH representa la actividad instantánea del ión hidrógeno. Está relacionado con la presencia de ciertos iones en solución, tales como cloruros, carbonatos, sulfatos, CO_2; es factor importante en la corrosión y en el cálculo de los índices correspondientes.

Color: La aparición de colores inusuales en el agua suele indicar la existencia de algunos contaminantes como, por ejemplo, desechos industriales.

Turbiedad: Se debe a la presencia de sólidos en suspensión (que pueden ser arcillas o materias orgánicas como planctón u otros organismos microscópicos) que dispersan y difunden los rayos luminosos impidiendo que se transmitan en línea recta.

Aniones y cationes: La presencia de estas partículas tiene relación directa con algunos de los indicadores anteriores; la calidad del agua depende en parte del grado de concentración de estas partículas.

Aniones: Carbonatos, hidrógeno, sulfatos, cloruros, nitratos, sílices y silicatos.

Cationes: Calcio, magnesio, amonio, sodio, potasio, hierro y aluminio.

Metales pesados: A causa de las propiedades tóxicas o de los otros efectos dañinos que pueden encerrar, la presencia de estos metales (cobre, plomo, zinc, cadmio, uranio, manganeso y otros) constituye motivo general de preocupación. Provienen generalmente de procesos industriales.

Fenoles: Estos compuestos y algunos de sus derivados (por ejemplo, los clorofenoles) son tóxicos incluso en una concentración tan pequeña como 0.2 mg/l, especialmente sobre los peces. Al igual que los anteriores, derivan normalmente de procesos industriales. Su concentración se expresa por lo general en milígramos por litro o en partes por millón.

La conductividad: Se trata, como se sabe, de la capacidad de transmitir la corriente eléctrica que tiene el agua en virtud de los iones en solución que contiene. Está en relación directa con el grado de concentración de éstos, pero la presencia de compuestos grasos y de aceites la afectan negativamente.

Microorganismos: Detectados mediante los análisis de muestras, estos corpúsculos pueden dar cuenta de los efectos cuantitativos o cualitativos de una contaminación que derive, por ejemplo, de evacuaciones industriales o domésticas. De igual modo, pueden servir de indicio respecto de la eficacia o ineficacia de un determinado tratamiento o del grado de purificación a que han sido sometidas las aguas. Es uno de los mejores métodos para detectar la presencia de petróleo.

Oxígeno disuelto: Determinadas concentraciones de oxígeno disuelto son decisivas para la vida de los peces, o, en general, para la flora y fauna de mares y ríos. El oxígeno disuelto en el agua oxida la materia orgánica de desecho descomponiéndola en CO_2 y agua, tal como oxida compuestos inorgánicos que contienen azufre,

nitrógeno, hierro y otros elementos para transformarlos en sulfatos, nitratos, óxidos metálicos, etc.

IV. PLAN DE MUESTREO Y CAPTACION DE INFORMACION

En este acápite pondremos especial énfasis en la información relativa a la vigilancia y control de corto plazo.

El plan debe iniciarse distribuyendo en su área de influencia el mayor número posible de puntos de referencia, para ir descartándolos poco a poco, según el resultado de los análisis, hasta no dejar sino los más representativos de esa área. Esto no impide que en determinadas épocas o períodos se eleve el número de puntos de muestreo para evaluar con mayor precisión el comportamiento de los elementos contaminantes. Los puntos de observación podrían distribuirse en la cuenca por medio de variables regionalizadas.

Debe cuidarse que las muestras se dispongan de una determinada manera respecto de la instalación que se estudia (una industria, un asentamiento humano) y del lugar en que arroja sus desechos: así, tratándose de un río, hay que ubicar uno o dos puntos de muestra aguas arriba de la descarga, pero a una distancia tal que la muestra no resulte afectada por la descarga misma; la distancia estará de acuerdo con el caudal de la descarga, el caudal del receptor —en este caso el río— y con la velocidad de la corriente del mismo. Luego, debe fijarse otro punto en el sito de descarga del complejo en estudio y continuar así con otros puntos aguas abajo de éste.

De existir proyectos de riego, se tomarán muestras aguas arriba del proyecto; de igual manera, en el caso de un proyecto industrial, se instalarán puntos de referencia antes de los centros de recreación, de las áreas reservadas, los centros de pesca, los centros deportivos o los parques nacionales.

Cuando se trata de ríos, deben tomarse tres muestras una vez definidos los puntos de muestreo: una en cada orilla y una en el centro del cauce; cada muestra será tomada en dos recipientes de un litro cada uno. A fin de evitar la precipitación de determinados elementos antes de ser analizados en el laboratorio, uno de los recipientes deberá contener aproximadamente 10 ml de ácido nítrico al 50%; el otro servirá para analizar la muestra en el mismo sitio de la toma, con el objeto de determinar el valor de parámetros tales como ph, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, turbieza y otros que resulten posibles. Debe guardarse, sin embargo una parte de la muestra para establecer en el laboratorio el valor de otros

indicadores de preferencia aniones y algunos cationes, que no sufren alteraciones con los procesos de oxidación.

El procedimiento mediante el cual se toma la muestra depende del tipo de análisis que se quiere realizar. Así, para analizar la calidad del agua, la muestra debe recorrerla entera, es decir, desde el fondo hasta la superficie y a una determinada velocidad para que pueda considerársela representativa. Para controlar la presencia de aceite, la muestra debe ser por el contrario superficial.

El recipiente, por su lado, debe llevar una etiqueta con la siguiente información:

- Nombre del complejo industrial o del asentamiento humano
- Fecha y hora
- Sitio de toma de la muestra
- Condiciones del tiempo en el momento del muestreo: lluvioso, despejado, etc.
- Temperatura
- Nombre del operador
- Observaciones.

Los recipientes deben estar hechos de un vidrio tal que no contamine la muestra con sílice, sodio o potasio, o pueden ser también bolsas de polietileno, cuidando sí desecharlas después de un tiempo prudencial para evitar contaminaciones.

Según este plan, las mismas industrias u otras posibles fuentes contaminantes deberían encargarse de llevar a cabo los controles respectivos; de igual modo, el resultado de los análisis debe ser supervisado, a su vez, por un instituto especialmente dispuesto para ese efecto.

V. EL SISTEMA INFORMATICO

Definida así la estructura de la información necesaria para la vigilancia y control de la calidad del agua, podemos identificar otros tres elementos que componen el sistema informático, a saber, la organización, los usuarios, y el procesamiento de los datos. Aquí nos referiremos sólo a los dos últimos.

Cada usuario deberá realizar un control de calidad de los efluentes, con un determinado número de parámetros según el uso del recurso y de acuerdo con las normas nacionales e internacionales vigentes. Los usuarios deben remitir sus datos a una central en la que se procesará la información conjuntamente con los informes provenientes de la institución a cargo de fiscalizar el cumplimiento

de las normas de calidad del agua. En caso de no existir normas que fijen límites permisibles, se tomará un área testigo que esté fuera de la zona de influencia del proyecto o de los proyectos en cuestión. Los resultados de los análisis efectuados en determinadas épocas del año y a determinadas horas harán las veces de límites de referencia para el control.

Los informes serán diarios, semanales o mensuales dependiendo del lugar en que se tome la muestra. Así, por ejemplo, convendría que la muestra referida al punto de descarga de los efluentes se tomara diariamente y a la misma hora. Una vez procesados los datos sabremos si están dentro de los límites permisibles; en caso de que se detecten valores anómalos, sea permanentes u ocasionales, el usuario deberá buscar la causa de los mismos y mejorar los sistemas de tratamiento para reducir esos valores. El organismo fiscalizador deberá mantener permanentemente informados a los usuarios, haciéndoles llegar las observaciones correspondientes.

Refirámosnos ahora a las tres formas básicas de procesamiento de la información, relacionándolas con nuestro proyecto.

a) *Procesamiento manual*

Está orientado esencialmente hacia el análisis cualitativo de la información. En una primera fase se verifica la correspondencia entre la forma en que se han entregado los datos y las instrucciones para el registro de datos que figuran en los manuales de procedimiento. La segunda fase se ocupa de verificar la validez de la información.

b) *Procedimientos mecanizados*

Cubren fundamentalmente las fases intermedias de procesamiento que permiten estructurar la información con que se alimentará a las bases de datos en el computador.

c) *Procesamiento electrónico*

Esta fase, que se ocupa del manejo de toda la información que contempla el programa, se orienta esencialmente a la creación de las bases de datos convalidadas, y a la posterior utilización de la

información contenida en éstas, mediante la aplicación de paquetes estadísticos, modelos matemáticos y otras herramientas de soporte de la toma de decisiones.

En una primera aproximación, pueden distinguirse las siguientes fases de tratamiento de la información:

- Captación: mediante el registro manual o automático de los datos
- Selección y calificación: por comparación con normas y estándares
- Sistematización: según la estructura de datos definida en el proyecto
- Procesamiento: orientado a tres niveles de responsabilidad: técnico, operativo y ejecutivo. El grado de agregación y detalle de la información depende del uso que se vaya a hacer de ella
- Presentación: se refiere a la presentación de los resultados según los mismos criterios aplicados en el caso anterior
- Difusión: según las normas y procedimientos especificados
- Uso: orientado a satisfacer las necesidades de los usuarios
- Retroalimentación: procedimiento destinado a reajustar el funcionamiento del sistema mediante la evaluación permanente del mismo.

VI. CONCLUSIONES

Es necesario destacar el hecho de que el problema de la contaminación fluvial y marítima en el área de influencia de la Refinería y de las instalaciones conexas, debe ser tratado como un problema global, esto es, un fenómeno complejo en que intervienen factores no sólo ambientales sino también sociales y políticos.

El sistema de información para la vigilancia y control de la calidad de agua tiene que tomar en cuenta este hecho y planificar su desenvolvimiento de modo de cubrir las exigencias que plantea. En este desarrollo tienen que considerarse los aspectos relativos a recursos humanos, equipamiento, infraestructura y organización del proyecto o complejo que se examina.

Uno de los requisitos fundamentales para el éxito del programa general es el avance de las investigaciones orientadas a hacer más profundo y completo el conocimiento del problema.

La combinación de los distintos proyectos delineados en el presente documento permitirá configurar un solo gran proyecto de manejo, control y preservación de la cuenca hidrográfica.

La presencia de contaminantes en la biósfera es, en parte, producto de un aprovechamiento ineficiente de los recursos. La situación de la cuenca de los ríos Esmeraldas y Teaone tiene que ser analizada en su integridad, tomando en cuenta los factores naturales de contaminación, como son el arrastre de materiales orgánicos e inorgánicos, y asimismo la contaminación generada por las actividades del hombre.

Anexo III

CONFERENCIA DEL SUPERINTENDENTE DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS EN EL SEMINARIO-TALLER

Javier Bernal T.
Jefe del Departamento de Seguridad Industrial

Un vistazo superficial al tema de la seguridad industrial y la contaminación permitiría probablemente concluir que, aparte del hecho circunstancial de que la coordinación del control de los efluentes líquidos en la Refinería de Esmeraldas corre a cargo del Departamento de Seguridad Industrial, no existe una relación muy directa entre ambas disciplinas. Una mirada un poco más profunda al problema nos hace afirmar que lo realmente difícil es, al contrario, desligar ambas gestiones, tanto desde el punto de vista de la seguridad industrial moderna —que, yendo más allá de la simple prevención de accidentes, avanza hasta el concepto de protección integral—, como a partir del hecho de que la contaminación suele ir asociada —como causa o consecuencia— con otras situaciones de emergencia.

Adelantaremos algunos criterios teóricos en torno al tema. La búsqueda de una relación racional entre el ser humano y el ambiente que lo rodea no es reciente. Tanto la satisfacción de las necesidades elementales del hombre primitivo como la de las necesidades más complejas y volcadas al consumo del individuo urbano actual, se encuentran intrínsecamente ligadas a la utilización de los bienes del entorno y pueden, por consiguiente, afectar de modo decisivo el medio natural.

Sin embargo, si hacemos abstracción de la serie de esfuerzos aislados pero meritorios que la precedieron, la verdadera preocupación por el medio ambiente surge y se afianza recién en las dos últimas décadas. En efecto, surge, primero, en relación con la destrucción y agotamiento de los recursos naturales, para extenderse luego al equilibrio ecológico y al paisaje, temas que acaban incluyéndose en la temática ambiental e integrándose finalmente en una conceptualización socioeconómica mucho más amplia, intrínsecamente asociada con el nivel de la calidad de vida de la población.

Bajo esta nueva dimensión, en la que tanto la sociedad humana como su hábitat constituyen componentes o subsistemas de un sistema integral denominado ambiente, el reto que nos plantea el cuidado del ambiente es, en definitiva, de naturaleza socioeconómica:

en efecto, la consecución de los objetivos ambientales se mide en la calidad de vida que puede lograrse con su cumplimiento. Dicho de otro modo, es precisamente a la luz de este patrón de calidad final como deben evaluarse los esfuerzos que se realicen para controlar el deterioro progresivo del medio.

Quisiera paralelamente llamar la atención sobre el fenómeno al que aludimos más arriba: la difusión que ha conocido el tema en los últimos años. Resulta innegable que la preocupación general de cara a la relación entre el ser humano y el entorno se extiende y profundiza a un ritmo creciente. Hoy en día nadie duda ya de que la disminución de la calidad de vida —léase contaminación— impone responsabilidades a los causantes de esa reducción. Esta —por llamarla de algún modo— toma de conciencia, obedece, a nuestro entender, a dos razones fundamentales, la escala planetaria del proceso de degradación y el dinamismo de los medios de comunicación.

Para referirnos sólo a la primera, diremos aquí que está relacionada fundamentalmente con el hecho de que, aunque las causas que originan los problemas ambientales tienen un carácter puntual y afectan áreas relativamente reducidas, encierran siempre sin embargo el riesgo de extenderse y de manifestarse en lugares muy alejados de su origen, dando lugar eventualmente así a procesos en cadena de consecuencias difíciles de prever y controlar.

Concluiré esta pequeña introducción recordando, por un lado, que este seminario-taller nos plantea un problema específico, a saber, mejorar la calidad de las aguas de los ríos Teaone y Esmeraldas, aparentemente degradadas por la emisión de efluentes industriales, municipales y domésticos; y recordando, por otro, que el concepto de contaminación lleva implícito el de empeoramiento de la calidad. Para decirlo de otra manera, la contaminación depende decisivamente de la calidad que de hecho tenga ya el agua. De ese modo, cualquier proyecto de control de la contaminación en estos ríos y, por ende, de mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes ribereños, debe, para ser eficiente, considerar no situaciones aisladas sino todos los factores que contribuyen o han contribuido a su degradación.

En la Refinería Esmeraldas, la coordinación de la gestión de control ambiental es tarea del Departamento de Seguridad Industrial. Para el cumplimiento de esta función utiliza como herramientas básicas las políticas, directivas, reglamentos y disposiciones emitidos tanto por las principales autoridades de la CEPE y de la Refinería como por las diversas entidades reguladoras dispuestas por la ley para tales efectos. Para señalar sólo las más importantes, baste recordar aquí las disposiciones de la CEPE relativas a las

concentraciones máximas permisibles de sustancias tóxicas en la descarga líquida, al control de la polución del aire en la Refinería y otras instalaciones industriales, y a la evacuación de desechos sólidos contaminantes en la Refinería. Demás está decir que estas disposiciones se cumplen.

Con relación a los sistemas de tratamientos de efluentes líquidos, el seminario ha hecho ya una serie de consideraciones y aportes, por lo que es relativamente poco lo que podemos añadir. De manera general afirmaremos que el posible problema de contaminación del Esmeraldas y el Teaone —entiéndase por esto la reducción de la calidad del agua— podría deberse a uno de los siguientes aspectos.

i) Falta de instalaciones adecuadas para la prevención y control de las descargas líquidas: sobre esto nos limitaremos a puntualizar que la Refinería de Esmeraldas, diseñada y construida conforme a las normas internacionales existentes al respecto, dispone de un sistema integral para el tratamiento de los efluentes, en cuya descripción no abundaré, por haberse explicado con detalle en anteriores exposiciones.

ii) Fallas en la supervisión y mantenimiento de los equipos e instalaciones de control. Aquí respondemos con una reflexión que no por obvia es menos cierta: los equipos e instalaciones sólo pueden alcanzar un rendimiento óptimo en la medida en que se hallen en funcionamiento y buen estado; en caso contrario, su eficiencia tiende a cero. Durante el seminario se han señalado ya en varias ocasiones los múltiples obstáculos con que ha tropezado la marcha normal del sistema de tratamientos, por lo que no insistiré al respecto, e intentaré más bien describir los dos factores que a mi entender más inciden para que así ocurra. El primero consiste en las múltiples dificultades de gestión administrativa que tiene la Refinería para conseguir los recursos necesarios para una gestión óptima; el segundo es la falta de responsabilidad de parte de las personas que manejan las instalaciones y equipos, es decir, de aquellos que están a cargo de la marcha y mantenimiento del sistema.

Si bien este segundo factor no se manifiesta de manera generalizada, tiene, sin embargo, gran importancia por el número y complejidad de los problemas que ocasiona. El aporte de los dirigentes sindicales que asisten al seminario-taller y de las organizaciones a las que representan, podría ser sumamente valioso para la rectificación de esa actitud.

iii) Sobrecarga de la capacidad de los sistemas de tratamiento y control, situación que debería ser objeto de un análisis más profundo, que apuntara a encontrar la solución de los problemas en su misma fuente.

Se ha hablado insistentemente en este seminario sobre la inexistencia de estudios de impacto ambiental que permitan medir de manera global la incidencia real de la contaminación de las descargas de la Refinería en los ríos Esmeraldas y Teaone. Esto es cierto, y a pesar del sinnúmero de muestras y análisis efectuados por la Refinería y otras entidades estatales y privadas, no se ha conseguido configurar un diagnóstico ni menos una propuesta integral de solución.

Pese a esto y pese a que los datos de que actualmente se dispone no son estadísticamente confiables, del análisis de los valores presentados en el propio seminario puede deducirse que la tendencia exhibida por la contaminación es decreciente y que, también en este caso, el mito es en mucho superior a la realidad.

Quisiera finalmente referirme a la contaminación accidental, esto es, a la posibilidad de que ocurran grandes derrames de hidrocarburos en períodos muy cortos de tiempo, situación que plantea, por razones obvias, problemas particulares de previsión y control. Los mecanismos de respuesta diseñados para minimizar las pérdidas o daños figuran en el manual de emergencias de la Refinería. Según este manual, en caso de que la emergencia llegara a sobrepasar la capacidad interna de control, deben ponerse en marcha otros planes, ya sea uno específicamente referido a los derrames de hidrocarburos en la provincia de Esmeraldas, ya sea un plan nacional de emergencias, coordinados uno por la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao y el otro por la Dirección General de la Marina Mercante.

Anexo IV

INFORME DEL SEMINARIO-TALLER SOBRE EL ANALISIS DE LA CONTAMINACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS EN LOS RIOS ESMERALDAS Y TEAONE *

(Esmeraldas, Ecuador, 17 al 19 de abril de 1989)

* Este informe circuló con el mismo título como documento de la CEPAL (LC/L.523), 30 de octubre de 1989.

Preámbulo

El presente informe contiene las conclusiones y recomendaciones del seminario-taller sobre el Análisis de la contaminación de la Refinería Estatal Esmeraldas en los ríos Esmeraldas y Teaone en Ecuador.

La reunión se realizó en el ámbito del proyecto CEPAL/PNUMA sobre Cooperación técnica para la integración de las consideraciones ambientales en la planificación del desarrollo - Fase II (FP/9101-87-93), adscrito a la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente.

El objetivo más general del seminario-taller fue analizar los aspectos productivos, económicos y sociales de la contaminación hídrica de la Refinería en el marco del *Estudio de prefactibilidad para el mejoramiento de la calidad de los ríos Esmeraldas y Teaone*, realizado por la Unidad de Asesoría Ambiental de la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE), en cooperación con la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente.

Los objetivos específicos de la reunión pueden reseñarse como sigue:

a) Conocer el parecer de funcionarios directivos, autoridades, técnicos, trabajadores de la opinión pública sobre los daños causados por la industria petrolera en los diferentes componentes ecológicos, en especial en los de carácter hídrico y socioeconómico, como asimismo, examinar los estudios preliminares de prefactibilidad formulados por los consultores de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente en colaboración con la CEPE.

b) Presentar un análisis técnico y económico de los procesos de refinación y señalar su incidencia en la calidad de las aguas de los ríos Esmeraldas y Teaone y sus posibles soluciones, según los técnicos de la Refinería y de la CEPAL.

c) Comprometer la participación directa de las personas involucradas en el problema y subrayar la necesidad de desarrollar un plan integral de prevención, control y rehabilitación ambiental eficiente, en que participen los sectores público y privado.

I. ORGANIZACION DE LOS TRABAJOS

Lugar y fecha

1. El seminario-taller sobre Análisis de la contaminación de la Refinería Estatal Esmeraldas en los ríos Esmeraldas y Teaone se realizó en el edificio de Capacitación de la Refinería Estatal Esmeraldas de la CEPE, en Esmeraldas, Ecuador, entre el 17 y el 19 de abril de 1989. (Véase el mapa del área de influencia en el artículo de H. Durán.)

Asistencia

2. Participaron en la reunión 51 personas entre técnicos de las diferentes áreas operativas de la CEPE, Quito, técnicos de la Refinería Estatal Esmeraldas, autoridades y representantes de instituciones públicas, privadas y de la CEPAL.*

Inauguración y clausura

3. En la sesión inaugural hicieron uso de la palabra el señor Pablo Almeida, Superintendente de la Refinería y la señora María Inés Bustamante, de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente.

4. La reunión se clausuró el 19 de abril con las intervenciones de los señores Pablo Almeida, Fabián Sandoval, Jefe de la Unidad de Asesoría Ambiental de la CEPE y Hernán Durán de la Fuente, en representación de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente.

Temario

5. El debate se atuvo al siguiente temario:

a) Aspectos socioeconómicos y ambientales de la contaminación de la Refinería Estatal Esmeraldas

- Petróleo y desarrollo regional en Esmeraldas
- Análisis del impacto ambiental de la actividad petrolera en Esmeraldas
- Salud y medio ambiente en Esmeraldas y en la Refinería

---

* Véase la lista de participantes en el anexo 2.

b) Aspectos tecnológicos de la contaminación de la Refinería (primera parte)

- Operaciones de la Refinería y su incidencia en la contaminación
- Descripción del método de muestreo y análisis de la contaminación en Esmeraldas

c) Aspectos tecnológicos de la contaminación de la Refinería Estatal Esmeraldas (conclusión)

- Seguridad industrial y contaminación
- Análisis de los mecanismos e instrumentos de control de la contaminación en refinerías
- Análisis de la información necesaria para impedir la contaminación hídrica

d) Control de la contaminación en Esmeraldas

- Análisis de prefactibilidad orientado a disminuir la contaminación de los ríos Esmeraldas y Teaone
- Análisis de los métodos actuales de descontaminación utilizados en la Refinería Estatal Esmeraldas

e) Conclusiones.

Documentación

6. Los participantes tuvieron ante sí los siguientes documentos:

- Jorge Jurado (consultor), *Análisis de los procesos de descontaminación de la Refinería Estatal Esmeraldas* (LC/R.748), Santiago de Chile, abril de 1989.
- Hernán Durán (consultor), *Antecedentes para el estudio de prefactibilidad acerca de la contaminación de la Refinería de Esmeraldas en los ríos Teaone y Esmeraldas* (LC/R.750), Santiago de Chile, abril de 1989.

El resto de los estudios, que fueron presentados verbalmente, figuran en el anexo 1.

Metodología de trabajo

7. Las exposiciones sobre cada uno de los puntos del temario, fueron realizadas por especialistas, en sesiones plenarias, y comentadas por personas previamente designadas. A lo anterior siguieron el análisis y debate de los temas.

8. Los debates fueron coordinados por distintas personas, según se indicó en el temario. En el anexo 2 se indican los nombres y cargos de los participantes en el seminario-taller.

Antecedentes para realizar el seminario-taller

9. Antes de la reunión, fue necesario efectuar un conjunto de actividades organizadas de la siguiente manera:

a) Recopilación de información sobre los proyectos hidrocarburíferos ubicados en Esmeraldas: Refinería Estatal Esmeraldas, Terminal Petrolero de Balao, Terminal Provisional de Productos Limpios, y Terminal del Oleoducto Transecuatoriano; información sobre otros proyectos que existen y que serán desarrollados en el área de estudio por entidades públicas y privadas.

b) Entrevistas a diferentes autoridades para obtener información sobre proyectos específicos y sobre las actividades ya realizadas en torno al problema de la contaminación y del control ambiental en general, dentro del área de competencia respectiva.

c) Registro de las actividades llevadas a cabo, en orden a realizar un diagnóstico preliminar de los impactos ambientales en el área de estudio.

d) Reuniones previas con autoridades y directivos de instituciones, destinadas a darles a conocer el proyecto e invitarlos a participar en el seminario-taller. Cabe mencionar al respecto las reuniones sostenidas con el Presidente de la Comisión del Medio Ambiente del Congreso Nacional, el Secretario General del Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE), el Director del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), el Director del Instituto Ecuatoriano de Normalización, el Director Nacional de Turismo, el Director Nacional de Medio Ambiente del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, el Vicerrector de la Escuela Politécnica Nacional y el Gobernador de la Provincia de Esmeraldas.

e) Observación en el terreno de los impactos ambientales; con este propósito se visitaron la Refinería y el Terminal Provisional de Productos Limpios, y se realizó un análisis de su funcionamiento con ayuda y participación de los técnicos de la Refinería Estatal Esmeraldas.

f) Preparación y presentación de estudios y comentarios sobre las ponencias y las experiencias de los asistentes en torno al tema.

II. CONCLUSIONES

10. El seminario-taller fue un valioso aporte para subrayar la importancia y necesidad de la realización de estudios sobre el impacto ambiental en los proyectos de desarrollo. En el caso del complejo petrolero de Esmeraldas, dichos estudios deben contar con

un plan de manejo ambiental y con una descripción de las medidas que deben aplicarse para su puesta en marcha.

11. La reunión permitió, además, demostrar a los participantes de las diferentes instituciones que las soluciones a los problemas ambientales deben formularse luego de un estudio interdisciplinario que, en el caso de Esmeraldas, tuvo participación interinstitucional.

12. Las exposiciones permitieron integrar un conjunto de criterios y conceptos positivos que podrían ser aplicados para llevar adelante la protección ambiental en el sector examinado, gracias a la experiencia profesional de los expositores y participantes.

13. En los debates se pusieron de manifiesto las limitaciones que existen para ejecutar el proyecto de control de la contaminación, especialmente debido a la falta de una adecuada coordinación interinstitucional y a la ausencia de un presupuesto específico.

14. Se creó conciencia sobre la necesidad de introducir medidas ambientales en todas las actividades de desarrollo; al respecto, los asistentes compartieron sus conocimientos y experiencias por medio de la participación activa en los debates, lo que les permitió señalar los diversos problemas ambientales y proponer sus soluciones.

15. Se subrayó la importancia de que existan programas de educación ambiental, que deben ser incorporados en todos los niveles y áreas en forma permanente, y que es necesario complementar con programas de difusión ambiental.

16. Aspectos socioeconómicos y ambientales de la contaminación en la Refinería.

a) Se analizaron los problemas originados por la Refinería y se constató la ausencia de estudios sobre el impacto ambiental cuando se la construyó.

b) Se constató la falta de estudios epidemiológicos integrales del impacto en la salud de los trabajadores de la Refinería y en la población de Esmeraldas.

17. Aspectos tecnológicos relativos a la contaminación en la Refinería.

a) Se evidenció la existencia de métodos internos y externos de eficiencia relativa sobre control de la contaminación.

b) Se apreciaron restricciones a la gestión del proceso que impiden que éste pueda operar con mayor eficiencia para disminuir las pérdidas de material e insumos que saturan el tratamiento de los efluentes.

18. Control de la contaminación en Esmeraldas.

a) La Ley de prevención y control de la contaminación ambiental no se está aplicando.

b) Existen problemas de operación y mantenimiento de la Refinería que generan un mayor grado de contaminación y menor productividad.

c) El Terminal Provisional de Productos Limpios presenta problemas de diseño y operación que ponen en riesgo el ecosistema marítimo de la zona.

d) En general, es débil el funcionamiento del sistema de tratamiento de los efluentes.

III. RECOMENDACIONES

19. En relación con los aspectos socioeconómicos y ambientales de la contaminación en la Refinería, se recomendó:

a) Realizar un estudio del impacto ambiental que permita el diseño de un plan de manejo para la Refinería y para la zona de influencia de la misma, con la participación de organismos competentes, trabajadores y la ciudadanía en general.

b) Formular un proyecto interinstitucional para controlar los niveles de contaminación y rehabilitación de los sectores afectados, con énfasis en la difusión, educación y concientización sobre los problemas del medio ambiente.

c) Realizar un estudio acerca del impacto de la contaminación en la salud de los trabajadores de la Refinería y de la Ciudad de Esmeraldas, del que se encargaría la CEPE, con el apoyo de las entidades del sector de la salud.

20. En cuanto a los aspectos tecnológicos relativos a la contaminación en la Refinería, se recomendó:

a) Incentivar la aplicación de las leyes y reglamentos pertinentes, así como impulsar las modificaciones que fueren del caso.

b) Mejorar el abastecimiento a fin de cumplir en su totalidad los programas de operación y mantenimiento.

c) Rediseñar los sistemas de tratamiento de los efluentes y, de ser necesario, evaluar los requisitos que debería tener el actual sistema de tratamiento de los efluentes en forma global.

d) Otorgar atención preferencial al equipamiento destinado al control de los problemas internos de la contaminación.

e) Dar solución definitiva al Terminal Provisional de Productos Limpios.

f) Insistir ante las autoridades de la CEPE sobre la aprobación del proyecto de ampliación del laboratorio.

21. Para el control de la contaminación en Esmeraldas se recomienda:

a) Una mayor utilización e interpretación de los análisis integrales para el mejor control de las operaciones en la Refinería.

b) La elaboración de una metodología de muestreo y análisis que permita conocer el área de influencia y el tipo de contaminantes.

22. Por los resultados positivos obtenidos de este encuentro, sobre gestión ambiental en el complejo petrolero de Esmeraldas, se recomienda llevar adelante una segunda parte, como proyecto de ejecución ambiental para el control de la contaminación, que sería coordinado por la Unidad de Asesoría Ambiental de la CEPE, con la colaboración de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente. La responsabilidad directa de su ejecución estaría a cargo de la Superintendencia de la Refinería Estatal Esmeraldas.

Anexo 1

ESTUDIOS PRESENTADOS EN EL SEMINARIO-TALLER

A continuación se señalan los títulos de los trabajos presentados y los nombres de los expositores.

Javier Bernal, "Seguridad industrial y contaminación".

José Casares, "Operaciones de la Refinería Estatal Esmeraldas y su incidencia en la contaminación".

Hernán Durán (consultor), *Antecedentes para el estudio de prefactibilidad acerca de la contaminación de la Refinería de Esmeraldas en los ríos Teaone y Esmeraldas* (LC/R.750), Santiago de Chile.

Arturo Hernández, "Análisis del impacto ambiental de la actividad petrolera en Esmeraldas".

Bolívar Herrera, "Salud y medio ambiente en Esmeraldas y la Refinería".

Jorge Jurado (consultor), *Análisis de los procesos de descontaminación de la Refinería Estatal Esmeraldas* (LC/R.748), CEPAL, Santiago de Chile.

Melio Sáenz, "Análisis de la información necesaria para el control de la contaminación hídrica".

Fabián Sandoval, "Petróleo y desarrollo regional en Esmeraldas".

Miguel Vélez, "Análisis de los mecanismos e instrumentos del control de la contaminación en refinerías".

Richard Villacís, "Comentarios del método de muestreo y análisis de la contaminación de Esmeraldas".

Anexo 2

LISTA DE PARTICIPANTES

Ricardo Acero
Operación
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Luisa Alvarez
Colegio Bioquímico
Esmeraldas, Ecuador

Carlos Andrade C.
Seguridad Industrial
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Carlos Andrade V.
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Ana Arellano
Seguridad Industrial
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Orellana y Juan León Mera
Quito, Ecuador

Luis Banguera
Universidad Técnica "Luis Vargas Torres"
Esmeraldas, Ecuador

Carlos Betancourt
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Sindicato de Trabajadores
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Julio Caicedo Guzmán
Federación de Trabajadores de la CEPE (FETRACEPE)
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Esmeraldas, Ecuador

Ritha Caicedo
Colegio Bioquímico
Esmeraldas, Ecuador

Kleber Carvache F.
Municipio de Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Miguel Castro Z.
Municipio de Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Jaime Cedeño C.
Municipio de Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Eduardo Cevallos
Federación de Trabajadores de la CEPE (FETRACEPE)
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Esmeraldas, Ecuador

Mercedes Cevallos
Procuraduría
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Susana Chauvín
Procuraduría
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

María Elena de Jhayya
Dirección de Turismo
Quito, Ecuador

Jorge Duque
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Mario Gómez A.
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Dirección Transporte Marítimo
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Winston Gómez C.
ELF
Amazonas 3655, 3er piso
Quito, Ecuador

Guillermo Lemos V.
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Roque López
Gobernador de Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Floripa Mejía
Jefe, División de Administración Financiera
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Efrén Mina R.
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Sindicato de Trabajadores
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Gonzalo Moncayo
Planificación
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Rodrigo Moreano
Comercialización
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Carlos Nazareno Gómez
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Klever Orejuela P.
Colegio Bioquímico
Esmeraldas, Ecuador

Hilda Quiñónez B.
Colegio Bioquímico
Esmeraldas, Ecuador

Ritter Ramírez
Sindicato de Trabajadores
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Marco A. Reascos O.
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Melio Sáenz
Director de Sistemas
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Estrella Saldariaga
Universidad Técnica "Luis Vargas Torres"
Esmeraldas, Ecuador

Wilson Saldarriaga
Dirección de Mercadeo Interno
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Iván Santamaría
Dirección de Turismo (DITURIS)
Reina Victoria 514
Quito, Ecuador

Alejandro Silva
Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE)
Edificio del Consejo Provincial, piso 17
Calle Manuel Larrea y Arenas
Quito, Ecuador

Alfonso Tambaco
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Rodrigo Tirado
RICTHISSARM
Av. 9 de Octubre 1714, Of. 202
Quito, Ecuador

Antonio Troya
Unidad de Asesoría Ambiental
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Iván Vaca A.
Dirección Nacional de Hidrocarburos
Esmeraldas, Ecuador

Alvaro Valenzuela R.
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

José Vascónez
Proyecto sobre Manejo de Recursos Costeros
Dirección General de Medio Ambiente (DIGEMA)
Guayaquil, Ecuador

Miguel Vélez
Unidad de Asesoría Ambiental
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Richard Villacís Mendoza
Jefe, Control de Contaminación
Superintendencia de Balao (SUINBA)
Esmeraldas, Ecuador

Secretaría

Pablo Almeida
Superintendente de
Refinería Estatal Esmeraldas, Encargado
Esmeraldas, Ecuador

Javier Bernal
Jefe del Departamento de Seguridad Industrial
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

María Inés Bustamante
Oficial de Asuntos Ambientales
Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA
de Desarrollo y Medio Ambiente
Casilla 179-D
Santiago, Chile

Hernán Durán
Consultor
Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA
de Desarrollo y Medio Ambiente
Casilla 179-D
Santiago, Chile

Arturo Hernández P.
Control Ambiental
Unidad de Asesoría Ambiental
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Jorge Jurado
Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo
y Medio Ambiente
Consultor
Cordero 444
Quito, Ecuador

Fabián Sandoval
Jefe, Unidad de Asesoría Ambiental
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Alpallana y Av. 6 de Diciembre
Quito, Ecuador

Rodrigo Serrano
Jefe de Producción
Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE)
Refinería Estatal Esmeraldas
Esmeraldas, Ecuador

Anexo V

ANTECEDENTES TECNICOS SOBRE LA CONTAMINACION Y EL PROCESO PRODUCTIVO

I. LAS DISTINTAS OPERACIONES DE LA REFINERIA Y SU INCIDENCIA EN LA CONTAMINACION

La Refinería Estatal Esmeraldas está constituida básicamente por las siguientes áreas:

Areas de procesos
Areas de transferencia y almacenamiento
Areas de servicios auxiliares
Areas administrativas

Estas áreas generan flujos residuales que contienen eventualmente la carga contaminante que debe ser tratada. Los flujos, distribuidos por áreas, son los siguientes:

Areas de procesos	Aguas amargas
(Véase el gráfico 1)	Aguas aceitosas
	Aguas lluvias aceitosas
	Aguas con residuos químicos
	Aguas sanitarias
Areas de transferencia	Aguas aceitosas
y almacenamiento	Aguas lluvias limpias
(Véase el gráfico 2)	Aguas lluvias aceitosas
	Aguas con residuos químicos
	Aguas sanitarias
Areas de servicios	Aguas aceitosas
auxiliares	Aguas con residuos químicos
(Véase el gráfico 2)	Aguas lluvias
	Aguas sanitarias
Areas administrativas	Aguas sanitarias
	Aguas lluvias limpias

Para recolectar estos distintos tipos de efluentes residuales, la Refinería cuenta en la actualidad con drenajes especialmente adaptados a las condiciones pluviométricas de la zona.

Las aguas amargas, que son aquellas provenientes de los acumuladores de las diferentes torres de las unidades de proceso, son procesadas en la unidad de tratamiento correspondiente, donde

Gráfico 1

PROCEDENCIA DEL AGUA DE EFLUENTES

UNIDAD DE PROCESO

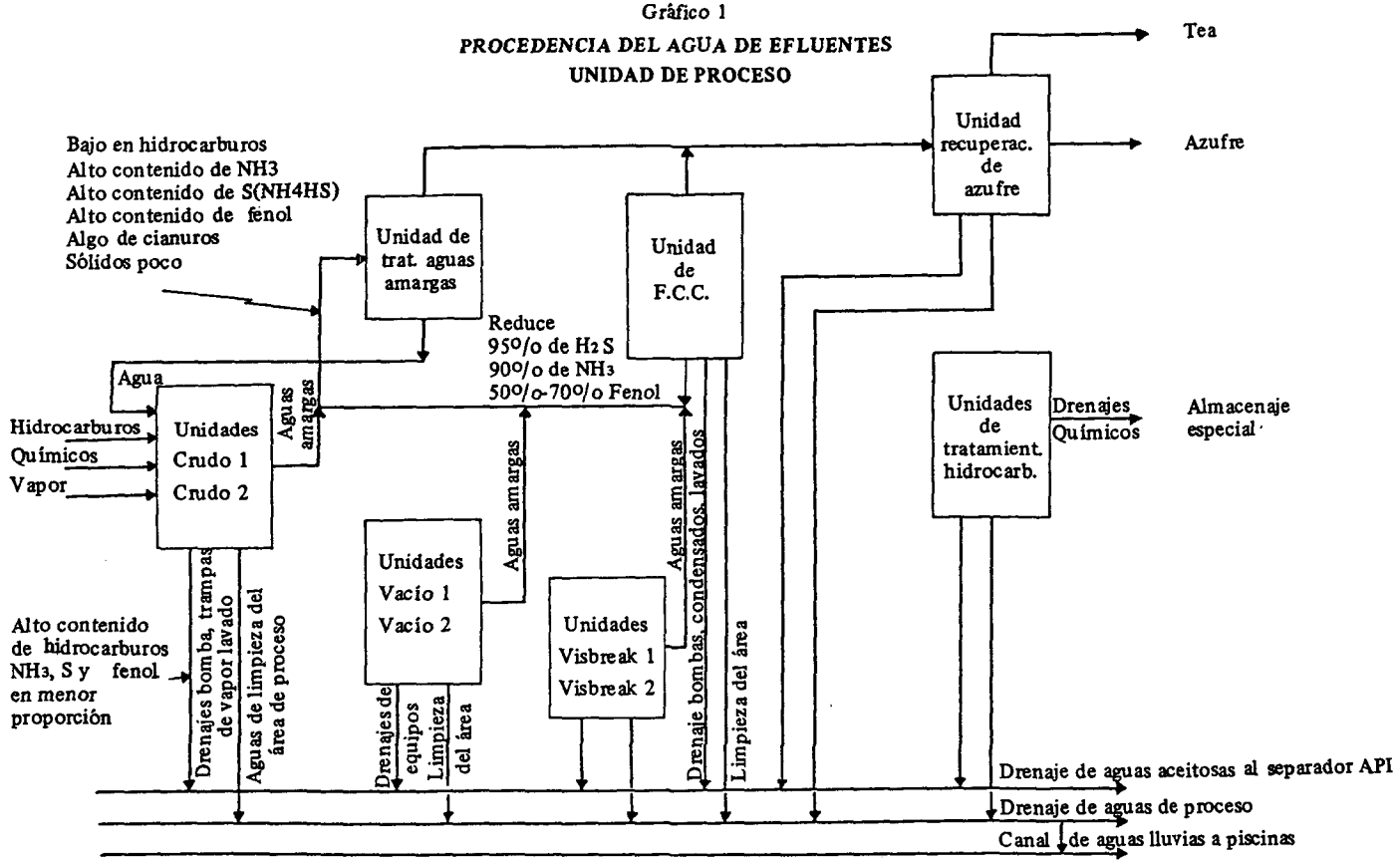
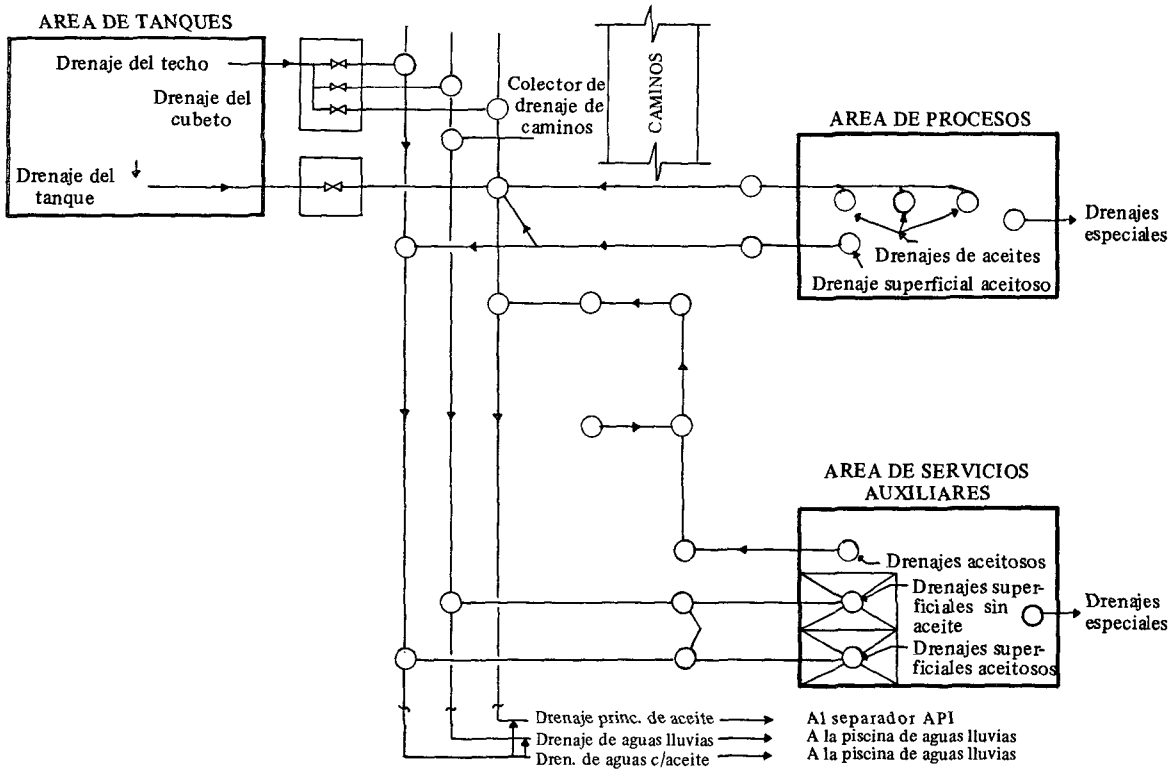


Gráfico 2

DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJES



se logra reducir la concentración de NH_3, de H_2S, de fenoles y sólidos en las siguientes proporciones: el H_2S se reduce hasta un 95%, el NH_3 hasta 90%, y los fenoles entre 50 y 70%, dependiendo, en todos los casos, del tipo de agua que ingrese a la unidad.

La unidad consiste básicamente en una torre en la que, gracias a la acción del vapor, se calienta el líquido; los gases que se desprenden de ese proceso salen por la parte superior para ser enviados a la unidad de azufre. El agua tratada es, en cambio, enviada nuevamente a la unidad de crudo, donde se la utiliza para desalar el crudo.

Las aguas con residuos químicos cuentan con sistemas cerrados independientes. Los residuos son enviados a tanques de almacenamiento, para ser desalojados, sea depositándolos fuera de refinería o bien incinerándolos, tal como se hace, por ejemplo, con la dietano amina. La sosa gastada es almacenada y enviada luego en dosis controladas al sistema de aguas aceitosas.

Para las aguas sanitarias se dispone de drenajes independientes. En el caso de las aguas generadas en las áreas de transferencia, los drenajes desembocan en pozos sépticos, y en la piscina de aeración en el caso de las que se desprenden de las áreas administrativas.

Las aguas lluvias limpias que se recogen en los canales circundantes son enviadas directamente al río Teaone. Por el contrario, las aguas lluvias contaminadas que se recogen en los conductos que bordean todas las áreas de proceso, de servicios auxiliares y de almacenamiento, son enviadas a la piscina de aguas lluvias. (Véase nuevamente el gráfico 2.)

Las aguas aceitosas que provienen del drenaje de equipos, del drenaje de tanques, de la descarga de trampas o del lavado, son enviadas a colectores especiales (con venteos de gases) y, posteriormente, mediante un conducto de 12 pulgadas, al sistema de tratamiento de aguas residuales. (Véase el gráfico 3.)

Las características técnicas y los elementos constitutivos del sistema de tratamiento de aguas residuales son los siguientes:

Capacidad	136 m^3/h (600 galones por minuto (gpm))
Separador API	2 canales
Flotación de aire	2 unidades 1FS

3 aireadores mecánicos
2 estanques de estabilización de 1 415 m^3 (50 000 $pies^3$)
2 piscinas de lodos
1 piscina de aguas lluvias de 16 980 m^3 (600 000 $pies^3$)

- Condiciones del agua residual

Flujo máximo	136 m^3/h (600 gpm)

Flujo normal	90 m^3/h (400 gpm)
Flujo mínimo	68 m^3/h (300 gpm)

- Contenido de aceite
  Depende de las condiciones operacionales en las áreas de proceso de transferencia y de almacenamiento
- Efluentes de la unidad de flotación de aire

Contenido de aceite	menos de 20 partes por millón (ppm)
Sólidos en suspensión	menos de 25 ppm
Oxígeno transferido por los aireadores mecánicos	1.3 kg/HP-h (2.5 lbrs HP-h)

En el gráfico 3 puede verse que el agua aceitosa proveniente de los sumideros es enviada al separador API, donde se separan el agua y el aceite valiéndose de los dispositivos que se indican en el gráfico 4.

El agua pasa a la unidad de flotación de aire para ser floculada (mediante sulfato de aluminio y polielectrolitos) y separada en dos partes con ayuda de aire a presión; los lodos se distribuyen en el fondo y la superficie y posteriormente son enviados a las piscinas de lodos; el agua tratada químicamente es desviada a la piscina de aeración. En el gráfico 5 puede apreciarse un esquema general de este sistema.

En las piscinas de aeración y estabilización se continua el tratamiento del agua; aquí tiene lugar el proceso de oxidación biológica (véase el gráfico 6). Este consiste fundamentalmente en suministrar al agua la cantidad de oxígeno necesaria para volverla a su estado natural y poder vaciarla así al río sin provocar alteraciones.

Una vez descritos de manera general los sistemas de tratamiento de la Refinería, es necesario que se señalen y se intente resolver los problemas que presenta cada uno de ellos, garantizando así en lo posible que el agua que va a los ríos Teaone y Esmeraldas cumpla con las regulaciones de contaminación establecidas. A continuación presentamos los puntos a los que hay que prestar especial atención.

- Evaluación de los sistemas de recolección de aguas residuales, con el objeto de determinar la capacidad del sistema de tratamiento de acuerdo con parámetros adaptados a la situación actual de la Refinería.
- Reparación del colector de aguas aceitosas antes de la entrada al API, para lo cual habrá que construir previamente un conducto de desviación para dicho colector.
- Reparación integral de la unidad de flotación (UFA), actualmente fuera de servicio.

ráfico 3

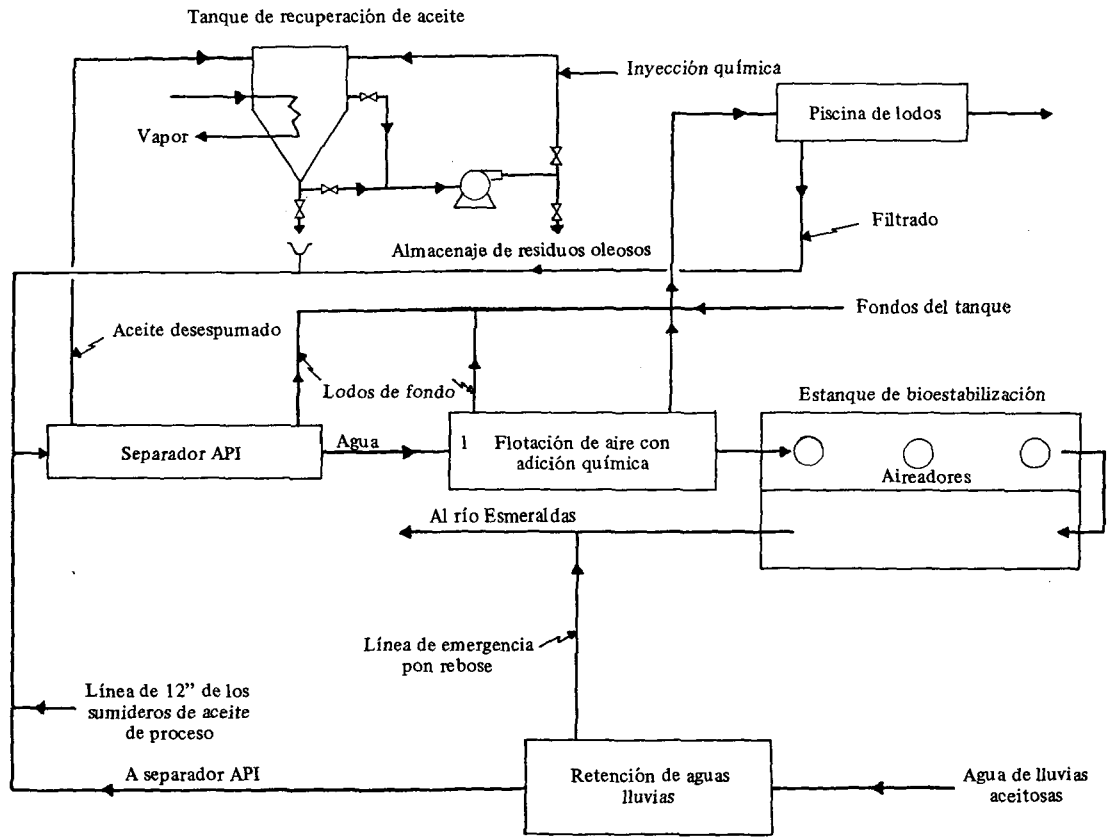

Tanque de recuperación de aceite
Inyección química
Vapor
Piscina de lodos
Filtrado
Almacenaje de residuos oleosos
Fondos del tanque
Aceite desespumado
Lodos de fondo
Estanque de bioestabilización
Separador API
Agua
1 Flotación de aire con adición química
Aireadores
Al río Esmeraldas
Línea de emergencia pon rebose
Línea de 12" de los sumideros de aceite de proceso
A separador API
Retención de aguas lluvias
Agua de lluvias aceitosas

Gráfico 4

SEPARADOR AGUA - ACEITE

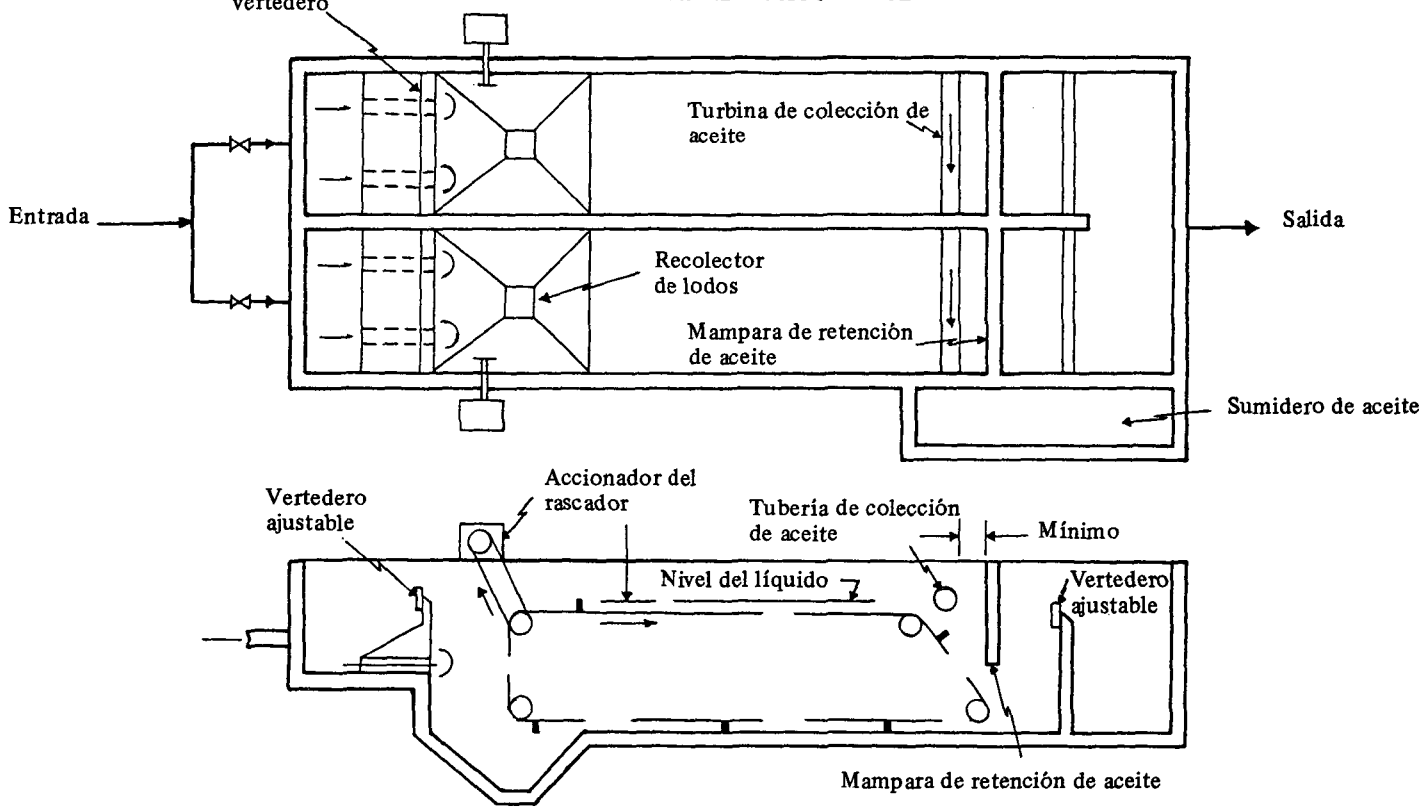


Gráfico 5

FLOTACION DE AIRE

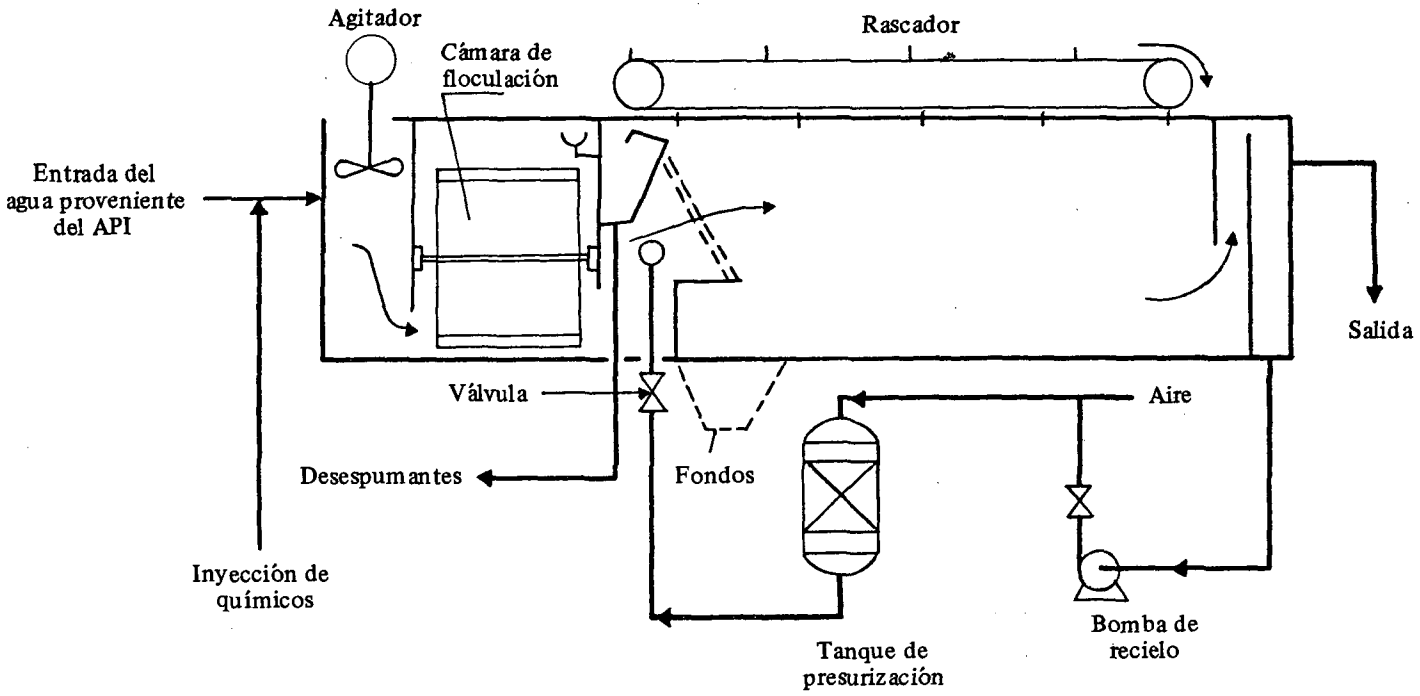
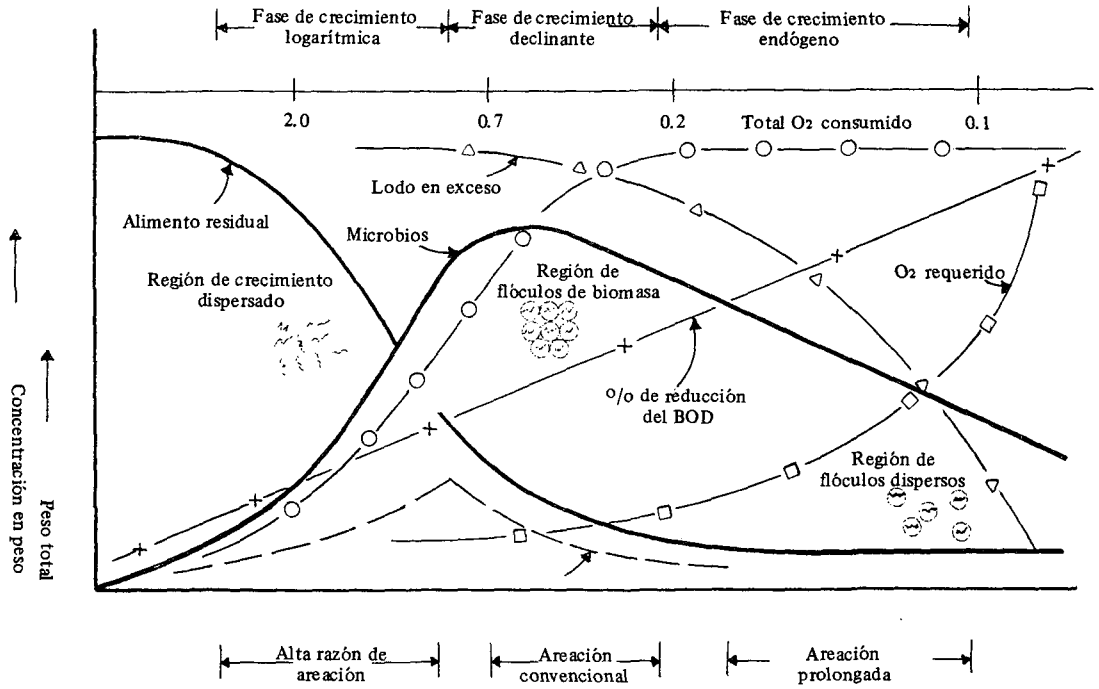


Gráfico 6

PROCESO DE OXIDACION BIOLOGICA

ALIMENTO + MICROORGANISMOS + OXIGENO + TRAZAS DE NUTRIENTES = MICROBIOS NUEVOS + MATERIA CELULAR + ENERGIA + PRODUCTOS FINALES



- Adquisición de repuestos para la reparación de los aireadores; en caso de ser irreparables, habrá que comprar equipos; nuevos.

- Organizar un grupo de trabajo que se dedique exclusivamente a supervisar y controlar el tratamiento de las aguas residuales en las áreas de proceso y en los efluentes.

- Realizar estudios en torno a la posibilidad de emplear productos no contaminantes o biodegradables en el control, por ejemplo, del agua de enfriamiento, o de inhibidores de corrosión que no contengan compuestos fenólicos o cromatos.

II. BALANCE DE MASA DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS

Introducción

Uno de los objetivos del presente trabajo es la cuantificación de las pérdidas de materia durante el proceso de refinación de petróleo. Estas pérdidas, son, como se sabe, una de las posibles fuentes de la contaminación ambiental.

El balance de masa es un instrumento que permite dar un valor económico real a la pérdida de materia de un proceso industrial. Hay así, pues, dos poderosos argumentos para mejorar la eficiencia de un proceso productivo, el argumento de la protección ambiental, y el argumento de la pérdida económica.

A. METODOLOGIA

Para efectuar los balances de masa se consideró el período de cuatro años que se extiende entre 1985 y 1988, es decir, desde poco antes hasta poco después de la ampliación de la Refinería.

Se realizaron tres cálculos; los dos primeros recurrieron a los datos de carga y producción proporcionados por el Departamento de Análisis Estadístico de la CEPE, que trabaja con los balances de materia oficiales, expresados en unidades de volumen, que emite la Refinería Estatal Esmeraldas.

En el primero se utilizaron datos de densidades obtenidos en años anteriores; en el segundo, datos de densidades correspondientes a mediciones de enero de 1989.

Para el tercer balance se emplearon tanto datos de carga y producción proporcionados por la División de Producción de la Refinería como las cifras de densidades correspondientes a febrero de 1989. Los datos relativos a las densidades se extrajeron de los certificados de calidad de producto de la CEPE.

El balance considera todos los rubros y operaciones del proceso productivo y del movimiento de productos semielaborados, además de la producción total de derivados terminados en bruto. No se hizo figurar en el cálculo la operación de mezcla de productos terminados porque no forma parte del proceso productivo mismo.

Los datos de carga y producción están cuantificados en unidades de volumen (metros cúbicos). Sin embargo, guiándonos por el principio de que la materia no desaparece, sino que sólo se transforma, en este estudio se han convertido las unidades de volumen en unidades de masa. Por lo demás, es mucho más complicado cuantificar las posibles pérdidas en unidades de volumen que de masa, especialmente cuando existen procesos que aumentan el volumen de la carga.

Al tomar en consideración y hacer intervenir en el cálculo los productos terminados, los productos utilizados como combustible en la Refinería —inclusive el gas quemado en la tea— todos los movimientos de productos semielaborados, y otras operaciones esporádicas, estamos cuantificando la totalidad de los flujos de masa dentro del proceso productivo. Así, la diferencia existente entre carga y producción reflejará una pérdida absoluta de masa dentro del proceso.

El balance toma como punto de partida la materia que entra como carga al proceso productivo, esto es, el crudo más los residuos oleosos, por lo que no se considera la masa de hidrocarburos que se pierde por evaporación en los tanques de almacenamiento.

Todas las transformaciones que sufre la carga están cuantificadas, incluso las denominadas ganancias en el proceso, que resultan del aumento de volumen que ocurre sobre todo en las unidades de craqueo catalítico fluoridizado (FCC), donde se transforma la estructura molecular de los hidrocarburos.

Se ha puesto especial cuidado en calcular el porcentaje volumétrico de las fracciones producidas en la unidad de FCC, cada una con su densidad particular.

La masa de los productos intermedios o semielaborados se calculó asignándoles densidades promedio a partir de las del *fuel oil* y del *diesel*.

Más adelante indicaremos la procedencia exacta o la equivalencia dentro de los *balances de materia* de la refinería, de los siguientes rubros del *balance de masa*: ganancias en el proceso,

pérdidas o ganancias de productos semielaborados, productos intermedios y drenaje de semielaborados.

Entre los productos hay algunos rubros que sólo constan en los balances de 1987 y 1988, porque recién en esos años se los comenzó a producir o a cuantificar.

En el análisis de los últimos cuatro años de funcionamiento de la Refinería, se tomó en consideración el hecho de que la puesta en marcha de la ampliación en 1987, elevó su producción de 40 000 a 90 000 barriles diarios. De esta manera podemos hacer una clara comparación entre el desempeño anterior y el actual, que incluye la producción de la nueva planta.

B. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En cada balance anual se realizan las siguientes operaciones:

- Suma de los productos terminados, de los residuos oleosos, y de los productos intermedios o semielaborados.
- Suma de las operaciones. Aquí deben incorporarse los movimientos de productos semielaborados, los rubros de ganancias y pérdidas, las ganancias en proceso y el drenaje de productos semielaborados, aparte de alguna operación esporádica.
- Suma total de los rubros anteriores.
- Diferencia, expresada en toneladas métricas, entre la producción (productos terminados y operaciones) y la carga (crudo y residuos oleosos). Para lograr una comprensión rápida de la magnitud de esa diferencia en términos hidrocarburíferos, se la expresó en barriles, utilizando una densidad promedio equivalente a 0.8698, ya que la diferencia medida en unidades de masa no es identificable con un producto determinado.
- Por último, se calculó en unidades de masa el porcentaje correspondiente a la diferencia entre la carga y la producción.

La diferencia entre la carga y la producción indica la cantidad de masa que se pierde en el proceso productivo de la Refinería. Esta cantidad varía considerablemente de un año a otro. Es así como en 1985 se perdieron 1 011.6 TM; 43 219.8 TM en 1986; 36 667 TM en 1987, y 9 284 TM en 1988. Estos datos, como puede comprobarse en los cuadros del 1 al 4, corresponden al segundo balance. Debe tenerse presente, sin embargo, que por demoras en la entrega de la información de parte de la Refinería, los valores de los balances de

Cuadro 1

ECUADOR: REFINERIA DE ESMERALDAS; VOLUMEN DE PRODUCCION, 1985-1988

(Barriles)

	1985	1986	1987	1988	Densidad
Carga total					
Crudo	16 714 680	19 546 859	14 617 487	28 981 552	0.8845
Residuos oleosos	249 452	460 508	253 053	226 592	0.8845
Suma	**16 964 132**	**20 007 367**	**14 870 540**	**29 208 144**	**0.8845**
Producción:					
Gasolina 80	4 720 226	5 632 489	3 635 910	7 731 090	0.7439
Gasolina 92	472 856	626 897	567 026	745 991	0.7466
Kerocepe (Dest, 1)	1 210 225	1 459 981	981 309	1 687 348	0.8191
Diesel	3 274 084	3 917 321	3 047 060	6 246 399	0.8618
Combustible para reactores	726 654	712 687	680 583	835 634	0.8128
Asfalto AP-3 (85/100)	531 771	604 131	465 338	881 332	1.0101
Asfalto RC-2	42 693	35 493	27 460	39 840	0.9599
Fuel oil refinería				93 978	0.9733
Gas licuado de petróleo (LPG)	702 701	864 282	573 174	1 033 447	0.5610
Fuel oil # 4 (Nacional)	91 189	159 233	85 416	193 678	0.9733
Fuel oil # 6 (exportación)	5 325 210	6 144 583	4 374 882	9 203 025	0.9782
Azufre			30 692	177 834	1.8000
Gas quemado en la TEA				141 559	0.5610
Gas combustible consumo refinería	342 969	401 704	337 938	541 598	0.5610
Residuos oleosos (producción)	24 992	25 716	95 676	169 117	0.8811
Productos intermedios	-75 548	-220 661	135 022	6 172	0.8000
Ganancias en proceso (total)	426 491	435 144	260 600	541 049	
(60% densidad gasolina)	255 895	261 086	156 360	324 629	0.7439
(27% densidad GLP)	11 515 205	117 489	70 362	146 083	0.5610
(13% densidad AC, cíclicos)	55 444	56 569	33 878	70 336	0.9176
Pérdidas o ganancias en semielaborados	565	-77 931	-45 005	-18 180	0.8000
Drenaje en semielaborados	1 020	720	8 440	2 968	0.8000
Combustibles para reactores semielaborados			40 210		
Despacho a Guayaquil (1987)			4 568		
Semielaborado empaquetado en tuberías (sólo 1987)					
Producción bruta	17 390 022	20 363 856	15 037 486	29 728 042	
Suma parcial de operaciones	428 076	357 933	268 813	525 837	
Total de producción y operaciones	**17 818 098**	**20 721 789**	**15 306 299**	**30 253 879**	

Fuente: Estimaciones de la CEPAL a partir de datos proporcionados por la CEPE.
Nota: Los datos corresponden a la información proporcionada en enero de 1989 por la refinería.

Cuadro 2

ECUADOR: REFINERIA DE ESMERALDAS; BALANCE DE MASA, 1985-1988

(Toneladas)

	1985	1986	1987	1988
Carga total				
Crudo	2 353 075	2 751 786	2 057 834	4 079 992
Residuos oleosos	35 118	64 830	35 625	31 899
Suma	**2 388 193**	**2 816 616**	**2 093 459**	**4 111 892**
Producción:	0	0	0	0
Gasolina 80	558 878	666 891	430 494	915 367
Gasolina 92	56 190	74 494	67 380	88 646
Kerocepe (Dest, 1)	157 777	190 337	127 933	219 979
Diesel	449 093	537 323	417 953	856 793
Combustible para reactores	94 005	92 198	88 045	108 103
Asfalto AP-3 (85/100)	85 493	97 126	74 812	141 691
Asfalto RC-2	6 523	5 423	4 195	6 087
Fuel oil refinería	0	0	0	14 558
Gas licuado de petróleo (LPG)	62 744	77 172	51 179	92 276
Fuel oil # 4 (Nacional)	14 126	24 667	13 232	30 003
Fuel oil # 6 (exportación)	829 095	956 665	681 136	1 432 841
Azufre	0	0	8 793	50 948
Gas quemado en la TEA	0	0	0	12 640
Gas combustible consumo refinería	30 624	35 868	30 174	48 359
Residuos oleosos (producción)	3 505	3 606	13 417	23 717
Productos intermedios	-9 620	-28 097	17 192	786
Ganancias en proceso (total)	48 677	49 665	29 743	61 752
(60% densidad gasolina)	30 298	30 913	18 513	38 436
(27% densidad GLP)	10 282	10 491	6 283	13 044
(13% densidad AC, cíclicos)	8 097	8 261	4 948	10 272
Pérdidas o ganancias en semielaborados	72	-9 923	-5 730	-2 315
Drenaje en semielaborados	130	92	1 075	378
Combustibles para reactores semielaborados	0	0	5 120	0
Despacho a Guayaquil	0	0	582	0
Producción bruta	2 338 432	2 733 674	2 025 937	4 042 796
Suma parcial de operaciones	48 879	39 833	30 789	59 815
Total de producción y operaciones	**2 387 311**	**2 773 508**	**2 056 726**	**4 102 611**
Diferencia cargas vs. producción	881	43 108	36 733	9 280
Barriles (densidad enero 1989)				
Porcentaje de posible contaminación	0.04	1.53	1.75	0.23
Barriles pérdida anual	6 366	311 387	265 336	67 034
Dólares/barril	25.91	12.69	16.27	12.49
Total pérdida en dólares	164 940	3 951 500	4 317 022	837 254

Fuente: Elaborado a partir del cuadro 1.

Nota: Para calcular la relación de unidades se utilizó el valor de 6.2829 barriles/m^3 y una densidad promedio de 0.8698 para el material perdido.
Datos de enero de 1989.

Cuadro 3

ECUADOR: REFINERIA DE ESMERALDAS; VOLUMEN DE PRODUCCION (DENSIDADES PROMEDIO VARIOS AÑOS), 1985-1988

(Barriles)

	1985	1986	1987	1988	Densidad
Carga total					
Crudo	16 714 680	19 546 859	14 617 487	28 981 552	0.8845
Residuos oleosos	249 452	460 508	253 053	226 592	0.8845
Suma	**16 964 132**	**20 007 367**	**14 870 540**	**29 208 144**	**0.8845**
Producción:					
Gasolina 80	4 720 226	5 632 489	3 635 910	7 731 090	0.7316
Gasolina 92	472 856	626 897	567 026	745 991	0.7519
Kerocepe (Dest, 1)	1 210 225	1 459 981	981 309	1 687 348	0.8179
Diesel	3 274 084	3 917 321	3 047 060	6 246 399	0.8550
Combustible para reactores	726 654	712 687	680 583	835 634	0.8076
Asfalto AP-3 (85/100)	531 771	604 131	465 338	881 332	1.0084
Asfalto RC-2	42 693	35 493	27 460	39 840	0.9582
Fuel oil refinería				93 978	0.9649
Gas licuado de petróleo (LPG)	702 701	864 282	573 174	1 033 447	0.5610
Fuel oil # 4 (Nacional)	91 189	159 233	85 416	193 678	0.9649
Fuel oil # 6 (exportación)	5 325 210	6 144 583	4 374 882	9 203 025	0.9803
Azufre			30 692	177 834	1.8000
Gas quemado en la TEA				141 559	0.5610
Gas combustible consumo refinería	342 969	401 704	337 938	541 598	0.5610
Residuos oleosos (producción)	24 992	25 716	95 676	169 117	0.8811
Productos intermedios	-75 548	-220 661	135 022	6 172	0.8000
Ganancias en proceso (total)	426 491	435 144	260 600	541 049	
(60% densidad gasolina)	255 895	261 086	156 360	324 629	0.7316
(27% densidad GLP)	115 153	117 489	70 362	146 083	0.5690
(13% densidad AC, cíclicos)	55 444	56 569	33 878	70 336	0.9176
Pérdidas o ganancias en semielaborados	565	-77 931	-45 005	-18 180	0.8000
Drenaje en semielaborados	1 020	720	8 440	2 968	0.8000
Combustibles para reactores semielaborados			40 210		
Despacho a Guayaquil			4 568		
Semielaborado empaquetado en tuberías (sólo 1987)					
Producción bruta	17 390 022	20 363 856	15 037 486	29 728 042	
Suma parcial de operaciones	428 076	357 933	268 813	525 837	
Total de producción y operaciones	**17 818 098**	**20 721 789**	**15 306 299**	**30 253 879**	

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

Cuadro 4

ECUADOR: REFINERIA DE ESMERALDAS; BALANCE DE MASA (DATOS PROMEDIO VARIOS AÑOS), 1985-1988

(Toneladas)

	1985	1986	1987	1988
Carga total				
Crudo	2 353 075	2 751 786	2 057 834	4 079 992
Residuos oleosos	35 118	64 830	35 625	31 899
Suma	**2 388 193**	**2 816 616**	**2 093 459**	**4 111 892**
Producción:				
Gasolina 80	549 637	655 864	423 376	900 232
Gasolina 92	56 589	75 023	67 858	89 276
Kerocepe (Dest, 1)	157 546	190 058	127 746	219 657
Diesel	445 549	533 083	414 655	850 033
Combustible para reactores	93 404	91 608	87 482	107 412
Asfalto AP-3 (85/100)	85 349	96 963	74 686	141 453
Asfalto RC-2	6 511	5 413	4 188	6 076
Fuel oil refinería	0	0	0	14 433
Gas licuado de petróleo (LPG)	62 744	77 172	51 179	92 276
Fuel oil # 4 (Nacional)	14 004	24 454	13 118	29 744
Fuel oil # 6 (exportación)	830 875	958 719	682 598	1 435 917
Azufre	0	0	8 793	50 948
Gas quemado en la TEA	0	0	0	12 640
Gas combustible consumo refinería	30 624	35 868	30 174	48 359
Residuos oleosos (producción)	3 505	3 606	13 417	23 717
Productos intermedios	-9 620	-28 097	17 192	786
Ganancias en proceso (total)	48 324	49 304	29 527	61 304
(60% densidad gasolina)	29 798	30 402	18 208	37 802
(27% densidad GLP)	10 429	10 640	6 372	13 230
(13% densidad AC, cíclicos)	8 097	8 261	4 948	10 272
Pérdidas o ganancias en semielaborados	72	-9 923	-5 730	-2 315
Drenaje en semielaborados	130	92	1 075	378
Combustibles para reactores semielaborados	0	0	5 120	0
Despacho a Guayaquil (1987)	0	0	582	0
Producción bruta	2 326 717	2 719 736	2 016 463	4 022 958
Suma parcial de operaciones	48 525	39 473	30 573	59 367
Total de producción y operaciones	**2 375 242**	**2 759 209**	**2 047 036**	**4 082 325**
Diferencia cargas vs. producción	12 950	57 407	46 422	29 567
Porcentaje de posible contaminación	0.54	2.04	2.22	0.72
Barriles perdida anual	93 545	414 675	335 327	213 571
Dólares/barril	25.91	12.69	16.27	12.49
Total pérdida en dólares	**2 423 741**	**5 262 231**	**5 455 777**	**2 667 503**

Fuente: Elaborado a partir del cuadro 7 y 5.
Nota: Véase el cuadro 6.

masa consignados en esos cuadros difieren levemente de los que acabamos de presentar. Ahora bien, volviendo la atención al problema que nos interesa aquí, estas cifras parecen efectivamente indicar que las pérdidas de materia están afectando de modo significativo el medio ambiente.

C. EQUIVALENCIAS ENTRE LAS OPERACIONES DEL BALANCE DE MASA Y DEL BALANCE DE MATERIA

Las operaciones del balance de masa corresponden a operaciones que aparecen con otra denominación en el balance de carga y producción. Aquí señalaremos algunas de esas equivalencias.

Las ganancias en el proceso (del balance de masa) aparecen en el balance de carga y producción bajo el rubro de pérdidas y ganancias, con la denominación de ganancias en unidades de proceso.

Las pérdidas o ganancias de semielaborados (del balance de masa) aparecen como pérdidas en los tanques de productos semielaborados del balance de carga y producción.

Las pérdidas o ganancias de productos semielaborados (del balance de masa) aparecen en el balance de carga y producción como la diferencia entre el inventario inicial (esto es, los productos almacenados) y el inventario final. Una diferencia positiva indica que quedaron productos intermedios de la carga del período actual; una diferencia negativa significa, por el contrario, que se tomó mayor cantidad de productos de las existencias anteriores.

El proceso intermedio de refinación (del balance de masa) figura a su vez en el balance de carga y producción como un rubro específico, bajo la denominación de drenaje en los tanques de productos semielaborados.

III. CONTAMINACION Y CONTAMINANTES

Una refinería libera cierta cantidad de desechos, gaseosos, líquidos o sólidos, que pueden causar graves perjuicios a la salud humana y a la naturaleza cuando son descargados sin tratamiento en el medio ambiente.

Las descargas pueden ser accidentales o parte del funcionamiento habitual de una planta industrial. Las accidentales

pueden ocurrir por fallas en los equipos, materiales, aparatos o por errores humanos. Las descargas que son parte del funcionamiento de rutina guardan relación con las deficiencias que pueden presentar los múltiples elementos y etapas del proceso productivo, esto es, para señalar las principales, las deficiencias en el manejo, en el diseño, la infraestructura, los requerimientos del producto, las inspecciones, el mantenimiento, e incluso las deficiencias de la lógica del proceso productivo mismo.

Una planta industrial debe poseer sistemas de tratamiento de desechos que permitan eliminar eficazmente las sustancias tóxicas y contaminantes que puedan afectar al medio ambiente.

A. CONTAMINANTES GASEOSOS TIPICOS DE UNA REFINERIA Y SUS FUENTES DE PRODUCCION

En los cuadros 5 y 6 se presentan en forma sintética las sustancias contaminantes y las fuentes de contaminación que figuran con mayor frecuencia en la bibliografía que hemos consultado.

B. CONTAMINANTES DE AGUAS RESIDUALES COMUNES EN REFINERIAS Y SUS FUENTES DE PRODUCCION

Los contaminantes más comunes y sus fuentes aparecen resumidos en el cuadro 6.

C. DISCUSION DE ALGUNOS CONTAMINANTES Y PARAMETROS DE MEDICION

- Hidrocarburos: Son las sustancias contaminantes que se encuentran presentes en las emisiones gaseosas y los efluentes líquidos de casi todos los procesos de una refinería, circunstancia que hace necesario controlar y reducir al máximo las descargas correspondientes.

- Acido sulfídrico (H_2S): Es un gas liberado en distintas etapas de la refinación; su carácter tóxico lo hace sumamente peligroso para el personal. Es más denso que el aire; tiende a insensibilizar los nervios del olfato. A ciertas temperaturas es soluble en agua, dándole a ésta mal gusto y olor. Es, además, corrosivo.

Cuadro 5

CONTAMINANTES GASEOSOS TIPICOS

Sustancia contaminante	Fuente
SO_x (Oxidos de azufre)	Presentes en todos los procesos de combustión; en regeneración de catalizadores; en la unidad de craqueo catalítico; en la antorcha de gases ácidos, en incineradores, en unidades de tratamiento, en la unidad de recuperación de azufre.
Hidrocarburos	Estaciones de carga, tanques de almacenamiento, regeneradores de catalizadores, sistemas de drenaje, separadores de aguas residuales, empaquetaduras de bombas, válvulas, compresores, columnas de enfriamiento, equipos de alta presión, equipos de procesamiento de hidrocarburos volátiles, procesos de combustión, columnas de destilación.
Nox (óxidos de nitrógeno)	Procesos de combustión, regeneración de catalizadores, compresores, tea.
Contaminantes particulares	Regeneración de catalizadores, unidad de craqueo catalítico fluidizado, procesos de combustión, regeneración de catalizadores.
Olores	Unidades de tratamiento, drenajes, tanques de proceso, separadores de aguas residuales, válvulas.
CO (monóxido de carbono)	Regeneración de catalizadores. compresores, procesos de combustión, tea.
Aldehidos	Regeneración de catalizadores
NH_3 (amoníaco)	Regeneración de catalizadores.

Cuadro 6

CONTAMINANTES COMUNES

Sustancia contaminante	Fuente
DBO5, DQO, Hidrocarburos	Agua de proceso, drenaje de agua de torres de enfriamiento (siempre y cuando haya contacto con hidrocarburos), drenaje de tanques.
Sólidos en suspensión	Aguas de proceso, descarga de torres de enfriamiento, drenaje de tanques.
Fenoles	Agua de proceso (especialmente de la unidad de craqueo catalítico fluidizado, unidad de reducción de la viscosidad, procesos de desulfurización, unidades MEROX).
NH_3 (amoníaco) H_2S (ácido sulfídrico) trazas orgánicas como mercaptanos, aldehidos	Aguas de proceso (especialmente de la unidad de craqueo catalítico fluidizado), regeneración de catalizadores, procesos de desulfurización.
Metales pesados: vanadio, plomo y cromo	Aguas de proceso, descargas de aguas de tanques, descargas de torres de enfriamiento (particularmente si se utilizan cromatos para el tratamiento del agua).
Solventes	Planta de asfaltos.
Cianuros CN	Unidad de craqueo catalítico fluidizado, unidad de coqueo.
Cloruros	Sistema de desalado (cuando existen fugas), unidad de tratamiento de aguas amargas (cuando las aguas superan las especificaciones relativas a los cloruros)

- Fenoles: Los compuestos fenólicos se hacen presentes en los productos del proceso de craqueo. Suelen desprenderse de la neutralización de las soluciones cáusticas. Combinados con cloro producen clorofenoles, compuestos altamente cancerígenos y corrosivos.

- Aldehidos: Resultan de una oxidación parcial o incompleta de los hidrocarburos; en la actualidad también se los considera concerígenos.

- Metales pesados: Están presentes tanto en los procesos de combustión como en los catalizadores que se emplean en la refinación. Son bioacumulativos y muy peligrosos para la salud.

Conviene asimismo mencionar aquí algunos parámetros cuyos valores permiten determinar indirectamente la presencia o no de contaminantes, especialmente en los cuerpos hídricos.

- Oxígeno disuelto: Constituye el principal parámetro, toda vez que es inmediatamente afectado por cualquier tipo de contaminación, trátese de la causada por la presencia de materia orgánica, de sales inorgánicas y demás sustancias que, por necesitarlo para su oxidación, le restan oxígeno disuelto al agua.

- Demanda química de oxígeno (DQO): Es la medida de la cantidad de sustancias orgánicas que contienen las aguas residuales.

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Es la cantidad de oxígeno consumido en la oxidación del carbono e hidrógeno orgánicos, esto es, una medida respecto del contenido de sustancias orgánicas biológicamente degradables de las aguas residuales.

- Alcalinidad: Es la medida que indica la cantidad de sales básicas y de hidróxidos que contiene el agua.

- Conductividad: Es una medida que indica la cantidad de sales disueltas o de electrolitos que se encuentran en el agua. Aumenta o disminuye en proporción directa con esa cantidad.

- Temperatura del agua: Su importancia respecto de la contaminación deriva del hecho de que el agua corriente, a una temperatura de entre 10°C y 22°C, puede captar oxígeno en cantidad suficiente como para impedir los procesos de putrefacción. Por el contrario, temperaturas más altas, producto de la descarga de aguas residuales calientes, pueden intensificar las reacciones bioquímicas y reducir también la capacidad de captar oxígeno. Por eso está contraindicada la descarga de aguas residuales a más de 30°C.

D. DESECHOS SOLIDOS Y SEMISOLIDOS

Los desechos sólidos y semisólidos que genera o libera una refinería son muy variados. Podemos mencionar, por ejemplo, los lodos provenientes del tratamiento de las aguas residuales, los lodos de proceso, los catalizadores gastados, los residuos de procesos de incineración, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, y otros desechos varios procedentes de comedores, oficinas, etc.

Entre éstos hay que destacar, sin embargo, a los catalizadores gastados. Pueden poseer gran variedad de características químicas, pero por lo general contienen sustancias sumamente tóxicas que requieren métodos especiales de tratamiento y depósito final.

Gran parte de los residuos sólidos que resultan de los diversos procesos de producción pasan a formar parte de las corrientes de aguas residuales como sólidos en suspensión, hecho que hace imprescindible disponer un tratamiento específico para su recuperación.

IV. ANALISIS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS

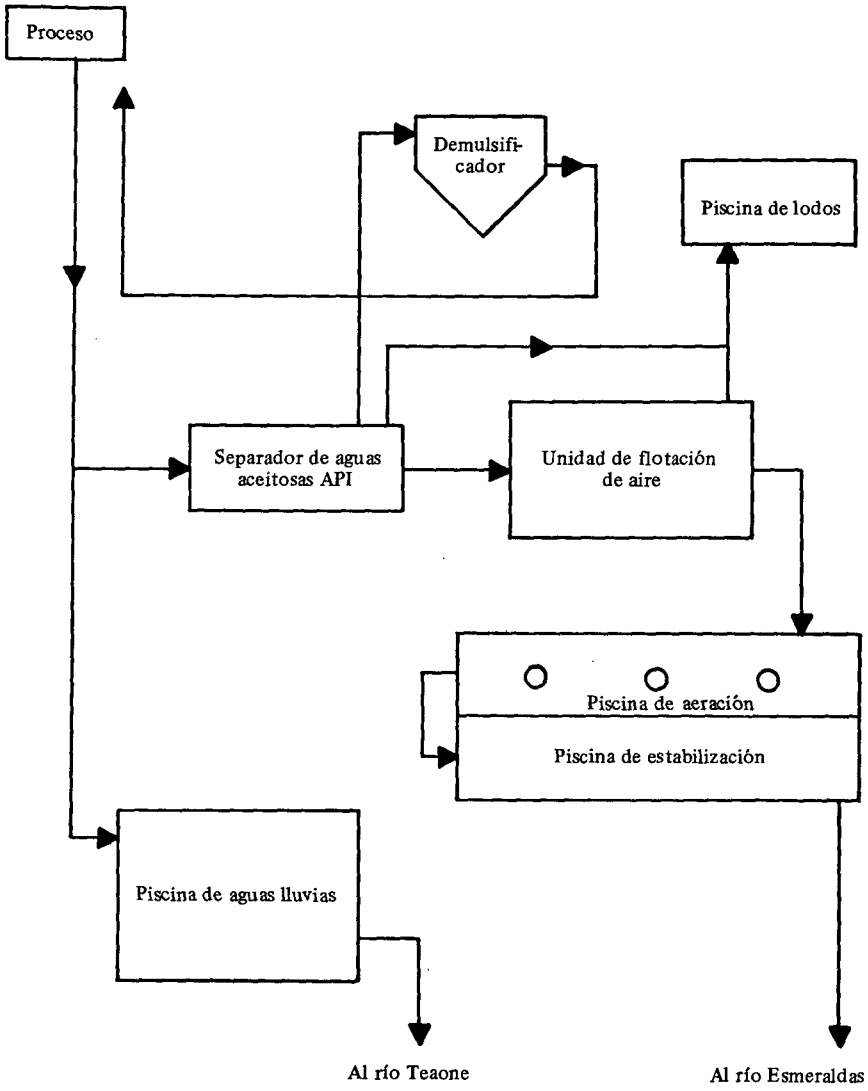
Hemos considerado conveniente exponer brevemente aquí los principios según los cuales fue originalmente concebido el sistema de tratamiento de efluentes de la Refinería, para así tener un punto de comparación tanto con su funcionamiento actual como con las posibles modificaciones que sea necesario o conveniente introducirle.

Ese sistema puede representarse con el diagrama del gráfico 7.

A continuación describiremos el funcionamiento de las partes o unidades más importantes del sistema de tratamiento de efluentes de la Refinería según los principios generales de su concepción, esto es, de acuerdo con los propósitos de la empresa norteamericana encargada de su diseño e independientemente, por tanto, del grado en que las unidades reales cumplan o no con las funciones para las que fueron originalmente concebidas.

Gráfico 7

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES



1. *Flujos de aguas residuales*

Aguas limpias

Corresponden a las aguas corrientes que provienen de desagües de áreas pavimentadas, de parqueaderos, techos de edificios, galpones y demás estructuras. Comprenden asimismo las que fluyen por desagües de áreas vacantes y el agua de rechazo de los sistemas de potabilización y de tratamiento de calderos.

Estas aguas son encauzadas hacia los vertederos de drenaje natural. Debe ponerse especial cuidado en que no lleguen a contaminarse inadvertidamente con hidrocarburos u otras corrientes residuales.

Drenajes de áreas hidrocarburíferas

Todas las áreas en las cuales se llevan a cabo procesos hidrocarburíferos cuentan con un sistema de alcantarillado, abierto o cerrado, que conduce las aguas residuales al canal principal de aguas aceitosas. Este canal desemboca en el separador de aguas aceitosas.

Las áreas hidrocarburíferas comprenden el área de tanques de almacenamiento y el área de proceso; ambas cuentan con un drenaje superficial y uno subterráneo. El superficial recibirá aguas lluvias que arrastren hidrocarburos; el subterráneo las descargas propias de las purgas y drenajes de los diversos procesos.

El área de carga tiene su propio sistema. Las aguas lluvias limpias son drenadas por cauces naturales, y las aceitosas son conducidas a un almacenamiento de residuos oleosos.

Las aguas residuales sanitarias provenientes de diversas áreas son recolectadas en un solo sistema que desemboca directamente en la piscina de estabilización, donde se lleva a cabo la primera etapa del proceso de aeración.

2. *Tratamiento*

Los tres sistemas de alcantarillado desembocan en diversos puntos del sistema de tratamiento de aguas residuales. El alcantarillado de aguas aceitosas, proveniente del área de proceso, descarga en el separador de aguas aceitosas. Las aguas que corren por el alcantarillado sanitario se mezclan con los efluentes de la unidad de

flotación de aire para desembocar juntos en la piscina de estabilización. El alcantarillado de aguas lluvias da a la piscina de aguas lluvias.

a) *El separador de aguas aceitosas*

Consta de dos estanques idénticos, cada uno diseñado, según las especificaciones API, para recibir un caudal de 600 gpm y separar aceites pesados con una densidad de hasta 0.94 gr/cm^3 a 32°C. Cada uno de los estanques puede trabajar de manera independiente y bastarse por sí solo para tratar el agua aceitosa de la Refinería. Un ducto transversal a la corriente de agua, que debe ser laminar, recoge los hidrocarburos por medio de un canal lateral cuyo filo inferior está a pocos milímetros bajo la superficie del agua. El separador tiene un mecanismo de limpieza que recoge los lodos del fondo y barre el material que flota en la superficie. Este mecanismo debe operar en forma permanente.

b) *Unidad de flotación de aire*

Los efluentes del separador de aguas aceitosas entran a la unidad de flotación de aire, donde el agua es clarificada. Tanto el aceite como los sólidos en suspensión que no pudieron ser removidos por el separador son eliminados en esta unidad. Varias operaciones tienen que realizarse simultáneamente para lograr este propósito. Los efluentes que abandonen esta unidad no deberán contener más de 20 ppm de hidrocarburos y 25 ppm de sólidos en suspensión.

En la unidad de flotación de aire se llevan a cabo las siguientes operaciones, que exponemos en orden de ejecución:

- Floculación por medio de sulfato de aluminio y de polielectrolitos; este proceso exige mezclar los elementos con un agitador para conseguir mayor contacto entre los sólidos y las sustancias floculantes.
- Recirculación de una parte del efluente ya tratado, la cual es saturada con aire en un tanque a presión para ser impulsada hacia el agua proveniente de la floculación. Las burbujas así producidas impulsan los hidrocarburos y sólidos hacia la superficie.
- Un equipo desnatador (*skimmer*), que actúa tanto en la superficie como en el fondo, recoge todo tipo de hidrocarburos y de otros materiales, que son transportados posteriormente a un colector.

3. *Sistema de estabilización*

Este sistema consta de dos piscinas, una de oxidación, con aireadores automáticos, y una de estabilización. Está concebido para reducir una carga de DBO5 que fluctúa entre aproximadamente 200 ppm y 25 ppm o menos, con un caudal de entrada de 600 gpm. Las condiciones de mezcla del DBO5 y la configuración de las piscinas determinarán las dimensiones de los aereadores. La segunda piscina no tiene aereadores. La mayoría de los sólidos orgánicos se sedimentan gracias a la lentitud de la corriente.

Para su buen funcionamiento, es necesario que los efluentes que salen de la unidad de flotación de aire y de la de las aguas servidas, y que entran al sistema de estabilización, tengan propiedades constantes que permitan un adecuado crecimiento biológico. Para eso deben añadírseles trazas de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, en proporción al DBO5 que está entrando. Es preciso asimismo realizar análisis y muestreos constantes para determinar si el sistema cumple con sus finalidades.

De la piscina de estabilización parte un canal abierto que arroja el agua al río Esmeraldas.

4. *Piscina de aguas lluvias*

Esta piscina fue diseñada para almacenar el doble del caudal producido por precipitaciones de cuatro pulgadas o 100 mm de lluvia que puedan caer en un día sobre aquellas áreas eventualmente contaminadas con hidrocarburos, es decir, el área de procesos, el área de utilidades y los diques de tanques.

Después de una tormenta, el agua en esta piscina deberá ser bombeada al separador de aguas aceitosas y a la unidad de flotación de aire. Si el flujo proveniente de las áreas antedichas excede la capacidad de la piscina, un ducto de emergencia canalizará el agua hacia el drenaje natural. Para evitar que los hidrocarburos en flotación sean también evacuados, la bocatoma de este ducto deberá estar situada debajo del nivel máximo del agua.

Las normas estipulan que la piscina debe estar permanentemente vacía, lista para recibir grandes caudales.

5. *Lodos*

El lodo aceitoso que se recoge tanto del fondo del separador de aguas aceitosas como de la superficie y fondo de la unidad de

flotación de aire es dirigido hacia un colector. El colector está provisto de un mezclador destinado a eliminar las espumas que suelen formarse en él. El lodo es enviado desde el colector a la piscina de almacenamiento de lodos aceitosos, que tiene en cada una de sus secciones capacidad suficiente como para retener el lodo producido durante más de un año.

En caso de que esta piscina se llene, el lodo, previamente concentrado, deberá ser trasladado a un depósito final. Es preciso poner especial atención en el manejo de los lodos para asegurarse de no transportar líquido durante el traslado.

6. *Recuperación de los residuos oleosos del separador de aguas aceitosas*

La mezcla de hidrocarburos (conocida bajo la denominación de residuos oleosos) que ha sido extraída del separador de aguas aceitosas suele contener una considerable cantidad de agua, que debe ser separada para recuperar los hidrocarburos y poder reutilizarlos, después de otros pasos intermedios, en el proceso de refinación. La separación del agua y de los hidrocarburos presentes en esos residuos se efectúa en dos tanques independientes, que tienen una parte cilíndrica y un fondo en forma de cono.

Esta construcción ayuda a la separación del agua. Los tanques llevan en su interior intercambiadores de calor que, al elevar la temperatura del líquido, permiten por lo general deshacer las emulsiones. Si esto no es suficiente, hay que agregar sustancias químicas para acelerar la demulsificación. Una vez separados los componentes, el agua retorna al separador de aguas aceitosas y los residuos oleosos son bombeados a los tanques de almacenamiento dispuestos para ese efecto.

V. CONTAMINACION ATMOSFERICA

Debido a la enorme masa de gases que desprenden las distintas fases y unidades del proceso productivo, la contaminación atmosférica causada por las refinerías es de muy considerable magnitud. Las principales emisiones provienen de los tanques de almacenamiento, de los procesos de transformación y de las chimeneas, pero no deben desestimarse las que suelen originarse en fallas de los equipos o en acoplamientos imperfectos de las diversas tuberías.

Toda la variedad de contaminantes atmosféricos y sus fuentes de producción están descritos en el cuadro 1. Esta variedad agrava

el problema y dificulta la búsqueda de soluciones: en efecto, cada una de las fuentes de contaminación gaseosa debe ser tratada de modo específico y los procesos de descontaminación deben adecuarse también a cada tipo particular de contaminante.

La contaminación por emanaciones de hidrocarburos es cuantitativamente la más importante, y, por lo mismo, aquella a la que debe dedicarse mayor atención. El cuidado debe centrarse muy especialmente en las fugas que se producen a través de las válvulas, de los drenajes, las bombas, sellos, juntas, compresores y tuberías y también en las que ocurren durante el mantenimiento de los equipos, la limpieza de los tanques, la limpieza de las columnas del proceso productivo, etc.

A título indicativo puede señalarse que, según estudios llevados a cabo por la Environmental Protection Agency (EPA), organismo para la protección ambiental del gobierno de los Estados Unidos, y por otros grupos de investigadores, las pérdidas de hidrocarburos por concepto de emanaciones de gases, y su consiguiente descarga al medio ambiente, pueden llegar a constituir hasta 0.6% de la masa total de la producción de una refinería.

Los procesos de refinación y de combustión emiten, por su lado, otros contaminantes tales como óxidos de azufre y de nitrógeno. Los diversos tipos de combustión generan asimismo monóxido de carbono y otros contaminantes más específicos. Estas emisiones derivan ciertamente de la composición de los combustibles utilizados, pero muchas veces son provocadas también por procesos defectuosos o ineficientes.

Un mantenimiento ordenado y riguroso, que controlara e impidiera en forma constante las fugas, reduciría radicalmente la contaminación por hidrocarburos.

1. *Cálculo rápido de la carga contaminante lanzada a la atmósfera por la Refinería*

El Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (OPS), dependiente de la OMS, y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología de México (SEDUE), han propuesto un método para evaluar en forma rápida la contaminación del aire, agua y suelo. Recurriremos a ese método para estudiar el nivel de las emisiones de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono, partículas y otros contaminantes que emanan de la Refinería Estatal Esmeraldas. Las emisiones de óxidos de azufre del proceso productivo se tratarán de modo específico más adelante.

a) *Emisiones de hidrocarburos*

Se ha calculado que las refinerías antiguas emiten por término medio 2.5 kg de hidrocarburos por cada metro cúbico de carga. La emisión de las plantas nuevas es, según el mismo cálculo, de 1.54 kg de hidrocarburos por metro cúbico de carga.

Ahora bien, en el caso de la Refinería de Esmeraldas, el cálculo se basó en los datos correspondientes al período 1985-1988, tomando en consideración, sin embargo, que en 1988 estaba funcionando ya a plena capacidad la ampliación de la planta. De ese modo, los valores de 1988 corresponden tanto a las emisiones de la planta antigua (con una capacidad de producción de 40 000 barriles diarios) como a las de la ampliación, con una capacidad de 50 000 barriles al día. La capacidad de una y otra corresponden, respectivamente, a 44.4% y 55.5% de la producción total.

El procedimiento empleado para el cálculo fue el siguiente: se multiplicó la producción de la planta antigua por el factor 2.5 definido con anterioridad, y la producción de la ampliación por el factor 1.54 correspondiente a las refinerías nuevas, obteniéndose así las cifras que figuran en el cuadro 7.

Los resultados que aparecen en el cuadro 7 indican la cantidad de hidrocarburos emitidos a la atmósfera en los años en cuestión y señalan al mismo tiempo hasta qué punto esas magnitudes pueden representar un serio peligro ambiental, especialmente en aquellas áreas en que existe la posibilidad de que se forme smog fotoquímico.

2. *Emisiones misceláneas a la atmósfera*

Utilizaremos el mismo procedimiento para calcular la carga contaminante emitida por los procesos de combustión de la Refinería. (Véanse los cuadros 8 al 12.)

Debido a que en los balances de materia de la refinería no se estableció la cantidad de *fuel oil* que se había consumido durante 1985, 1986 y 1987, los cálculos se refieren sólo a 1988. Sin embargo, se puede suponer que las emisiones de esos años son similares a las de este último. Así, en definitiva, en 1988 se lanzaron a la atmósfera 712 TM de contaminantes (SO_2, HC, NO_x, CO, partículas), derivados de la combustión del *fuel oil* y del gas empleados en la generación de energía calórica y eléctrica.

Cuadro 7

ECUADOR: REFINERIA ESMERALDAS; EMISION DE HIDROCARBUROS A LA ATMOSFERA

	1985	1986	1987	1988
Carga total m^3	2 697 086	3 180 922	2 364 230	4 643 731
Carga de la planta antigua (44.4%) m^3				2 043 241
Emisión de la planta antigua (factor 2.5 kg/m^3)	6 742 715	7 952 305	5 910 575	5 108 104.7
Carga de la ampliación (55.5%) m^3				2 554 052.1
Emisión de la ampliación (factor 1.54 kg/m^3)				3 933 240.2
Total TM	6 742.7	7 952	5 910	9 041.3

Cuadro 8

ECUADOR: REFINERIA ESMERALDAS; EMISIONES DE OXIDOS DE NITROGENO (NO_x) A LA ATMOSFERA

Combustible consumido	1985	1986	1987	1988
Fuel oil TM	-	-	-	14 565
Subtotal *fuel oil* (factor 13.2 kg/TM)				192 258
Gas de refinería m^3	54 527.8	63 865.9	53 727.9	86 107.3
Subtotal gas (factor 9.6 kg/ 1 000 m^3)	523.4	613.1	515.7	826.6
Total NO_x TM	0.52	0.61	0.51	193.08

Cuadro 9

ECUADOR: REFINERIA ESMERALDAS; EMISIONES DE HIDROCARBUROS PROVENIENTES DE PROCESOS DE COMBUSTION

Combustible consumido	1985	1986	1987	1988
Fuel oil TM	-	-	-	14 565
Subtotal (factor 0.13 kg/TM)				18 934
Gas de refinería m^3	54 527.8	63 865.9	53 727.9	86 107.3
Subtotal (factor 0.016 kg/1 000 m^3)	0.872	1.02	0.859	1.377
Total de hidrocarburos TM	0.00087	0.001	0.00085	1.89

Cuadro 10

ECUADOR: REFINERIA ESMERALDAS; EMISIONES DE MONOXIDO DE CARBONO (CO) A LA ATMOSFERA

Combustible consumido	1985	1986	1987	1988
Fuel oil TM	-	-	-	14 565
Subtotal (factor 0.66 kg/TM)				9 612.9
Gas de refinería m^3	54 527.8	63 865.9	53 727.9	86 107.3
Subtotal (factor 0.2 kg/ 1 000 m^3)	10.9	12.7	10.7	17.2
Total CO TM	0.0109	0.0127	0.0107	9.63

Cuadro 11

ECUADOR: REFINERIA ESMERALDAS; EMISIONES DE ANHIDRIDO SULFUROSO (SO_2) A LA ATMOSFERA

Combustible consumido	1985	1986	1987	1988
Fuel oil TM	-	-	-	14 565
Subtotal (factor 19.9 kg/TM)				492 733
Gas de refinería m^3				86 107.3
Subtotal (factor 16.6 kg/ 1 000 m^3)	54 527.8	63 865.9	53 727.9	0.0029
Total SO_2 TM	0.0018	0.0021	0.0018	492.7

Cuadro 12

ECUADOR: REFINERIA ESMERALDAS; EMISIONES DE PARTICULAS A LA ATMOSFERA

Combustible consumido	1985	1986	1987	1988
Fuel oil TM	-	-	-	14 565
Subtotal (factor 1.04 kg/TM)				15 147.6
Gas de refinería m^3				
Subtotal (factor 0.24 kg/1 000m^3)	54 527.8	63 865.9	53 727.9	86 107.3
Total Part. TM	0.013	0.0153	0.0128	15.1

Es necesario señalar que aunque el método de cálculo rápido puede tener cierto margen de error, igual permite hacerse una idea respecto de la magnitud de la masa gaseosa contaminante que las refinerías arrojan a la atmósfera. Solamente mediciones *in situ* podrán proporcionar datos más precisos.

3. *La planta de recuperación de azufre*

En 1987 comenzó a funcionar la planta de desulfuración, que utiliza como carga los gases que emiten las diversas unidades del proceso. La planta trabaja según el proceso de conversiones térmica y catalítica de Claus.

Aparte de producir azufre de gran pureza y calidad, que podría por lo demás llegar a constituirse en un rubro económico importante si se consigue comercializarlo adecuadamente, la planta de desulfuración contribuye de modo significativo a reducir la contaminación atmosférica generada por la refinería. Sin embargo, la unidad ha trabajado sólo esporádicamente desde su puesta en marcha. Una serie de desperfectos en la planta misma y en la unidad de craqueo catalítico fluidizado (FCC) han dañado gravemente la eficiencia del proceso.

Según cálculos de la propia Refinería, desde diciembre de 1987 hasta febrero de 1989 la planta de recuperación de azufre produjo 4 478 TM menos que las que prometía su diseño, esto es, dicho de otro modo, dejó escapar a la atmósfera una cantidad equivalente de azufre en forma de óxidos de azufre.

VI. OTROS TIPOS Y FUENTES DE CONTAMINACION

En los puntos anteriores hemos analizado los dos principales tipos de contaminación de la Refinería Estatal Esmeraldas, a saber, la contaminación hídrica y la contaminación atmosférica. A continuación mencionaremos otros tipos y fuentes de contaminación, bastante importantes por el efecto que causan, pero que aquí serán nuevamente enunciados, sin analizarlos en forma cuantitativa, porque no entran en el marco específico del proyecto general a que pertenece el presente trabajo.

A. CONTAMINACION TERMICA

Los desechos industriales de la producción hidrocarburífera suelen tener una temperatura superior a la de su entorno. Las altas temperaturas de las aguas residuales que son descargadas en los cauces hídricos pueden afectar por sí solas a las especies que viven en ellos, pero también pueden causar daño por otros motivos: en efecto, la alta temperatura del agua reduce la solubilidad del oxígeno y dificulta así la transferencia de oxígeno desde la atmósfera al agua. Sin embargo, algunas actividades biológicas podrían también aumentar y, en consecuencia, incrementarse al mismo tiempo la demanda de oxígeno del sistema hídrico.

Las mediciones llevadas a cabo por la Superintendencia de Marina con base en Balao permiten apreciar que la temperatura de las descargas de la Refinería al río Teaone oscila entre 30°C y 38°C, habiendo llegado inclusive a 45°C. Estas altas temperaturas pueden afectar a los diversos organismos que habitan en Teaone, sobre todo en épocas de bajo caudal (verano y sequía). Las altas temperaturas de las descargas ponen en evidencia que las aguas residuales han sido muchas veces vertidas directamente al medio ambiente, sin pasar siquiera por la piscina de aguas lluvias, donde normalmente se habrían enfriado.

B. CONTAMINACION DEL SUBSUELO Y DE LAS CAPAS FREATICAS

La mayor parte de la contaminación del subsuelo que ocurre en el mundo se origina en derrames de hidrocarburos. En la Refinería Estatal Esmeraldas se han producido tanto derrames en las áreas de los distintos procesos como derrames por desbordamiento de las piscinas.

Hay que pensar, además, en el serio peligro de contaminación de las aguas subterráneas que encierra el depósito de hidrocarburos y sustancias tóxicas en las diversas piscinas del sistema de tratamiento de efluentes. Con piscinas que, como se ha dicho, carecen de impermeabilización, el peligro es aún mayor, debido a la poca profundidad a que se encuentran los niveles freáticos. Conviene saber que, tomando en cuenta los costos actuales de la mano de obra y del hormigón armado, el revestimiento e impermeabilización de las piscinas de aguas lluvias de oxidación, de estabilización, y de lodos costaría alrededor de 208 millones de sucres. Así, el mejoramiento de las piscinas cuesta menos de lo que en 1988 le costaron a la Refinería las pérdidas de masa.

C. DESECHOS SOLIDOS Y SEMISOLIDOS

Los desechos sólidos y semisólidos de una refinería pueden ser de varios tipos: lodos de proceso, catalizadores gastados (como la arena de las unidades MEROX), sulfuros de hierro, hollín, material refractario de hornos, chatarra, basura en general y sustancias químicas que han sobrepasado su fecha de vencimiento. Estos desechos deben ser manejados con un cuidado acorde con el riesgo de contaminación tóxica que implican. Debe tratarse en general de concentrar los desechos, esto es, de quitarles agua por medios mecánicos, tal como se hace con los lodos. En caso de tratarse de desechos muy tóxicos, es preciso depositarlos en recipientes sellados y, mientras no haya un método mejor, enterrarlos en sitios apartados y adecuados a ese fin.

Las sustancias químicas caducas le plantean especiales problemas a la Refinería. A causa de una legislación que no está a la altura de las circunstancias, estas sustancias tienen que permanecer casi a la intemperie por espacio de hasta dos años en almacenes no aptos para este menester, mientras se legaliza su eliminación. En ocasiones se pudo observar que los recipientes de estas sustancias estaban totalmente corroídos, dejando escapar su contenido. Este había sido posteriormente lavado por la lluvia y arrastrado por los canales de desagüe hasta la piscina de aguas lluvias.

Urge, pues, tomar medidas para corregir esta situación y evitar que siga operando esta fuente de contaminación altamente tóxica.

El tipo de contaminación que veremos ahora podría haber sido considerado como un contaminante atmosférico, pero sus particularidades hacen preferible describirlo por separado. Las refinerías despiden constantemente una serie de olores desagradables por sus chimeneas. Sin embargo, las fuentes principales de esos malos olores son las fallas de los equipos y el acoplamiento imperfecto de válvulas, sellos y tuberías. Las grandes superficies cubiertas de hidrocarburos contribuyen también a la generación de olores molestos.

Entre los principales agentes odorizantes se cuentan todos los compuestos de azufre (por ejemplo, H_2S, SO_x y mercaptanos), algunos de los compuestos de nitrógeno y las sustancias aromáticas. Los olores de la Refinería Estatal Esmeraldas pueden sentirse intensamente a dos kilómetros a la redonda y más, según la dirección del viento. También en este caso es de suma importancia llevar un mantenimiento periódico de los aparatos mecánicos ya descritos para evitar fugas innecesarias.

Publicaciones de la CEPAL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE
Casilla 179-D Santiago de Chile

PUBLICACIONES PERIODICAS

Revista de la C E P A L

La Revista se inició en 1976 como parte del Programa de Publicaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, con el propósito de contribuir al examen de los problemas del desarrollo socioeconómico de la región. Las opiniones expresadas en los artículos firmados, incluidas las colaboraciones de los funcionarios de la Secretaría, son las de los autores y, por lo tanto, no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Organización.

La *Revista de la CEPAL* se publica en español e inglés tres veces por año.

Los precios de subscripción anual vigentes para 1989 son de US$16 para la versión en español y de US$18 para la versión en inglés. El precio por ejemplar suelto es de US$10 para ambas versiones.

Estudio Económico de América Latina y el Caribe		***Economic Survey of Latin America and the Caribbean***	
1980,	664 pp.	***1980,***	629 pp.
1981,	863 pp.	***1981,***	837 pp.
1982, vol. I	693 pp.	***1982, vol. I***	658 pp.
1982, vol. II	199 pp.	***1982, vol. II***	186 pp.
1983, vol. I	694 pp.	***1983, vol. I***	686 pp.
1983, vol. II	179 pp.	***1983, vol. II***	166 pp.
1984, vol. I	702 pp.	***1984, vol. I***	685 pp.
1984, vol. II	233 pp.	***1984, vol. II***	216 pp.
1985,	672 pp.	***1985,***	660 pp.
1986,	734 pp.	***1986,***	729 pp.
1987,	692 pp.	***1987,***	685 pp.
1988,	741 pp.	***1988,***	637 pp.

(También hay ejemplares de años anteriores)

Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe/
Statistical Yearbook for Latin America and the Caribbean (bilingüe)

1980, 617 pp.
1981, 727 pp.
1983, (1982/1983) 749 pp.
1984, 761 pp.
1985, 792 pp.
1986, 782 pp.
1987, 714 pp.
1988, 782 pp.
1989, 770 pp.

(También hay ejemplares de años anteriores)

Libros de la C E P A L

1 *Manual de proyectos de desarrollo económico,* 1958, 5ª ed. 1980, 264 pp.
1 Manual on economic development projects, 1958, 2ª ed. 1972, 242 pp.
2 *América Latina en el umbral de los años ochenta,* 1979, 2ª ed. 1980, 203 pp.
3 *Agua, desarrollo y medio ambiente en América Latina,* 1980, 443 pp.
4 *Los bancos transnacionales y el financiamiento externo de América Latina. La experiencia del Perú,* 1980, 265 pp.
4 Transnational banks and the external finance of Latin America: the experience of Peru, 1985, 342 pp.
5 *La dimensión ambiental en los estilos de desarrollo de América Latina,* por Osvaldo Sunkel, 1981, 2ª ed. 1984, 136 pp.
6 *La mujer y el desarrollo: guía para la planificación de programas y proyectos,* 1984, 115 pp.
6 Women and development: guidelines for programme and project planning, 1982, 3ª ed. 1984, 123 pp.
7 *Africa y América Latina: perspectivas de la cooperación interregional,* 1983, 286 pp.
8 *Sobrevivencia campesina en ecosistemas de altura,* vols. I y II, 1983, 720 pp.
9 *La mujer en el sector popular urbano. América Latina y el Caribe,* 1984, 349 pp.
10 *Avances en la interpretación ambiental del desarrollo agrícola de América Latina,* 1985, 236 pp.
11 *El decenio de la mujer en el escenario latinoamericano,* 1986, 216 pp.
11 The decade for women in Latin America and the Caribbean: background and prospects, 1988, 215 pp.
12 *América Latina: sistema monetario internacional y financiamiento externo,* 1986, 416 pp.
12 Latin America: international monetary system and external financing, 1986, 405 pp.
13 *Raúl Prebisch: Un aporte al estudio de su pensamiento,* 1987, 146 pp.
14 *Cooperativismo latinoamericano: antecedentes y perspectivas,* 1989, 371 pp.
15 *CEPAL, 40 años (1948-1988),* 1988, 85 pp.
15 ECLAC 40 Years (1948-1988), 1989, 83 pp.
16 *América Latina en la economía mundial,* 1988, 321 pp.
17 *Gestión para el desarrollo de cuencas de alta montaña en la zona andina,* 1988, 187 pp.
18 *Políticas macroeconómicas y brecha externa: América Latina en los años ochenta,* 1989, 201 pp.
19 *CEPAL, Bibliografía, 1948-1988,* 1989, 648 pp.
20 *Desarrollo agrícola y participación campesina,* 1989, 404 pp.
21 *Planificación y gestión del desarrollo en áreas de expansión de la frontera agropecuaria en América Latina,* 1989, 113 pp.
22 *Transformación ocupacional y crisis social en América Latina,* 1989, 243 pp.
23 *La crisis urbana en América Latina y el Caribe: reflexiones sobre alternativas de solución,* 1990, 197 pp.
25 *Transformación productiva con equidad,* 1990, 185 pp.
25 Changing production patterns with social equity, 1990, 177 pp.
26 *América Latina y el Caribe: opciones para reducir el peso de la deuda,* 1990, 118 pp.
26 Latin America and the Caribbean: options to reduce the debt burden, 1990, 110 pp.

SERIES MONOGRAFICAS

Cuadernos de la C E P A L

1 *América Latina: el nuevo escenario regional y mundial/**Latin America: the new regional and world setting,*** (bilingüe), 1975, 2ª ed. 1985, 103 pp.
2 *Las evoluciones regionales de la estrategia internacional del desarrollo,* 1975, 2ª ed. 1984, 73 pp.
2 ***Regional appraisals of the international development strategy,*** 1975, 2ª ed. 1985, 82 pp.
3 *Desarrollo humano, cambio social y crecimiento en América Latina,* 1975, 2ª ed. 1984, 103 pp.
4 *Relaciones comerciales, crisis monetaria e integración económica en América Latina,* 1975, 85 pp.
5 *Síntesis de la segunda evaluación regional de la estrategia internacional del desarrollo,* 1975, 72 pp.
6 *Dinero de valor constante. Concepto, problemas y experiencias,* por Jorge Rose, 1975, 2ª ed. 1984, 43 pp.
7 *La coyuntura internacional y el sector externo,* 1975, 2ª ed. 1983, 106 pp.
8 *La industrialización latinoamericana en los años setenta,* 1975, 2ª ed. 1984, 116 pp.
9 *Dos estudios sobre inflación 1972-1974. La inflación en los países centrales. América Latina y la inflación importada,* 1975, 2ª ed. 1984, 57 pp.
s/n ***Canada and the foreign firm,*** D. Pollock, 1976, 43 pp.
10 *Reactivación del mercado común centroamericano,* 1976, 2ª ed. 1984, 149 pp.
11 *Integración y cooperación entre países en desarrollo en el ámbito agrícola,* por Germánico Salgado, 1976, 2ª ed. 1985, 62 pp.
12 *Temas del nuevo orden económico internacional,* 1976, 2ª ed. 1984, 85 pp.
13 *En torno a las ideas de la CEPAL: desarrollo, industrialización y comercio exterior,* 1977, 2ª ed. 1985, 57 pp.
14 *En torno a las ideas de la CEPAL: problemas de la industrialización en América Latina,* 1977, 2ª ed. 1984, 46 pp.
15 *Los recursos hidráulicos de América Latina. Informe regional,* 1977, 2ª ed. 1984, 75 pp.
15 ***The water resources of Latin America. Regional report,*** 1977, 2ª ed. 1985, 79 pp.
16 *Desarrollo y cambio social en América Latina,* 1977, 2ª ed. 1984, 59 pp.
17 *Estrategia internacional de desarrollo y establecimiento de un nuevo orden económico internacional,* 1977, 3ª ed. 1984, 61 pp.
17 ***International development strategy and establishment of a new international economic order,*** 1977, 3ª ed. 1985, 59 pp.
18 *Raíces históricas de las estructuras distributivas de América Latina,* por A. di Filippo, 1977, 2ª ed. 1983, 64 pp.
19 *Dos estudios sobre endeudamiento externo,* por C. Massad y R. Zahler, 1977, 2ª ed. 1986, 66 pp.
s/n ***United States — Latin American trade and financial relations: some policy recommendations,*** S. Weintraub, 1977, 44 pp.
20 *Tendencias y proyecciones a largo plazo del desarrollo económico de América Latina,* 1978, 3ª ed. 1985, 134 pp.
21 *25 años en la agricultura de América Latina: rasgos principales 1950-1975,* 1978, 2ª ed. 1983, 124 pp.
22 *Notas sobre la familia como unidad socioeconómica,* por Carlos A. Borsotti, 1978, 2ª ed. 1984, 60 pp.
23 *La organización de la información para la evaluación del desarrollo,* por Juan Sourrouille, 1978, 2ª ed. 1984, 61 pp.
24 *Contabilidad nacional a precios constantes en América Latina,* 1978, 2ª ed. 1983, 60 pp.
s/n ***Energy in Latin America: The Historical Record,*** J. Mullen, 1978, 66 pp.

25 *Ecuador: desafíos y logros de la política económica en la fase de expansión petrolera,* 1979, 2ª ed. 1984, 153 pp.

26 *Las transformaciones rurales en América Latina: ¿desarrollo social o marginación?,* 1979, 2ª ed. 1984, 160 pp.

27 *La dimensión de la pobreza en América Latina,* por Oscar Altimir, 1979, 2ª ed. 1983, 89 pp.

28 *Organización institucional para el control y manejo de la deuda externa. El caso chileno,* por Rodolfo Hoffman, 1979, 35 pp.

29 *La política monetaria y el ajuste de la balanza de pagos: tres estudios,* 1979, 2ª ed. 1984, 61 pp.

29 Monetary policy and balance of payments adjustment: three studies, 1979, 60 pp.

30 *América Latina: las evaluaciones regionales de la estrategia internacional del desarrollo en los años setenta,* 1979, 2ª ed. 1982, 237 pp.

31 *Educación, imágenes y estilos de desarrollo,* por G. Rama, 1979, 2ª ed. 1982, 72 pp.

32 *Movimientos internacionales de capitales,* por R. H. Arriazu, 1979, 2ª ed. 1984, 90 pp.

33 *Informe sobre las inversiones directas extranjeras en América Latina,* por A. E. Calcagno, 1980, 2ª ed. 1982, 114 pp.

34 *Las fluctuaciones de la industria manufacturera argentina, 1950-1978,* por D. Heymann, 1980, 2ª ed. 1984, 234 pp.

35 *Perspectivas de reajuste industrial: la Comunidad Económica Europea y los países en desarrollo,* por B. Evers, G. de Groot y W. Wagenmans, 1980, 2ª ed. 1984, 69 pp.

36 *Un análisis sobre la posibilidad de evaluar la solvencia crediticia de los países en desarrollo,* por A. Saieh, 1980, 2ª ed. 1984, 82 pp.

37 *Hacia los censos latinoamericanos de los años ochenta,* 1981, 146 pp.

s/n The economic relations of Latin America with Europe, 1980, 2ª ed. 1983, 156 pp.

38 *Desarrollo regional argentino: la agricultura,* por J. Martin, 1981, 2ª ed. 1984, 111 pp.

39 *Estratificación y movilidad ocupacional en América Latina,* por C. Filgueira y C. Geneletti, 1981, 2ª ed. 1985, 162 pp.

40 *Programa de acción regional para América Latina en los años ochenta,* 1981, 2ª ed. 1984, 62 pp.

40 Regional programme of action for Latin America in the 1980s, 1981, 2ª ed. 1984, 57 pp.

41 *El desarrollo de América Latina y sus repercusiones en la educación. Alfabetismo y escolaridad básica,* 1982, 246 pp.

42 *América Latina y la economía mundial del café,* 1982, 95 pp.

43 *El ciclo ganadero y la economía argentina,* 1983, 160 pp.

44 *Las encuestas de hogares en América Latina,* 1983, 122 pp.

45 *Las cuentas nacionales en América Latina y el Caribe,* 1983, 100 pp.

45 National accounts in Latin America and the Caribbean, 1983, 97 pp.

46 *Demanda de equipos para generación, transmisión y transformación eléctrica en América Latina,* 1983, 193 pp.

47 *La economía de América Latina en 1982: evolución general, política cambiaria y renegociación de la deuda externa,* 1984, 104 pp.

48 *Políticas de ajuste y renegociación de la deuda externa en América Latina,* 1984, 102 pp.

49 *La economía de América Latina y el Caribe en 1983: evolución general, crisis y procesos de ajuste,* 1985, 95 pp.

49 The economy of Latin America and the Caribbean in 1983: main trends, the impact of the crisis and the adjustment processes, 1985, 93 pp.

50 *La CEPAL, encarnación de una esperanza de América Latina,* por Hernán Santa Cruz, 1985, 77 pp.

51 *Hacia nuevas modalidades de cooperación económica entre América Latina y el Japón,* 1986, 233 pp.

51 Towards new forms of economic co-operation between Latin America and Japan, 1987, 245 pp.

52 *Los conceptos básicos del transporte marítimo y la situación de la actividad en América Latina,* 1986, 112 pp.

52 Basic concepts of maritime transport and its present status in Latin America and the Caribbean, 1987, 114 pp.

53 *Encuestas de ingresos y gastos. Conceptos y métodos en la experiencia latinoamericana.* 1986, 128 pp.

54 *Crisis económica y políticas de ajuste, estabilización y crecimiento,* 1986, 123 pp.

54 The economic crisis: Policies for adjustment, stabilization and growth, 1986, 125 pp.

55 *El desarrollo de América Latina y el Caribe: escollos, requisitos y opciones,* 1987, 184 pp.

55 Latin American and Caribbean development: obstacles, requirements and options, 1987, 184 pp.

56 *Los bancos transnacionales y el endeudamiento externo en la Argentina,* 1987, 112 pp.

57 *El proceso de desarrollo de la pequeña y mediana empresa y su papel en el sistema industrial: el caso de Italia,* 1988, 112 pp.

58 *La evolución de la economía de América Latina en 1986,* 1988, 99 pp.

58 The evolution of the Latin American Economy in 1986, 1988, 95 pp.

59 Protectionism: regional negotiation and defence strategies, 1988, 261 pp.

60 *Industrialización en América Latina: de la "caja negra" al "casillero vacío",* por F. Fajnzylber, 1989, 2ª ed. 1990, 176 pp.

60 Industrialization in Latin America: from the "Black Box" to the "Empty Box", F. Fajnzylber, 1990, 172 pp.

61 *Hacia un desarrollo sostenido en América Latina y el Caribe: restricciones y requisitos,* 1989, 94 pp.

61 Towards sustained development in Latin America and the Caribbean: restrictions and requisites, 1989, 93 pp.

62 *La evolución de la economía de América Latina en 1987,* 1989, 87 pp.

62 The evolution of the Latin American economy in 1987, 1989, 84 pp.

63 *Elementos para el diseño de políticas industriales y tecnológicas en América Latina,* 1990, 172 pp.

64 *La industria de transporte regular internacional y la competitividad del comercio exterior de los países de América Latina y el Caribe,* 1989, 132 pp.

64 The international common-carrier transportation industry and the competitiveness of the foreign trade of the countries of Latin America and the Caribbean, 1989, 116 pp.

65 Structural Changes in Ports and the Competitiveness of Latin American and Caribbean Foreign Trade, 1990, 126 pp.

Cuadernos Estadísticos de la C E P A L

1 *América Latina: relación de precios del intercambio,* 1976, 2ª ed. 1984, 66 pp.

2 *Indicadores del desarrollo económico y social en América Latina,* 1976, 2ª ed. 1984, 179 pp.

3 *Series históricas del crecimiento de América Latina,* 1978, 2ª ed. 1984, 206 pp.

4 *Estadísticas sobre la estructura del gasto de consumo de los hogares según finalidad del gasto, por grupos de ingreso,* 1978, 110 pp. (Agotado, reemplazado por Nº 8)

5 *El balance de pagos de América Latina, 1950-1977,* 1979, 2ª ed. 1984, 164 pp.

6 *Distribución regional del producto interno bruto sectorial en los países de América Latina,* 1981, 2ª ed. 1985, 68 pp.

7 *Tablas de insumo-producto en América Latina,* 1983, 383 pp.

8 *Estructura del gasto de consumo de los hogares según finalidad del gasto, por grupos de ingreso,* 1984, 146 pp.

9 *Origen y destino del comercio exterior de los países de la Asociación Latinoamericana de Integración y del Mercado Común Centromericano,* 1985, 546 pp.

10 *América Latina: balance de pagos, 1950-1984,* 1986, 357 pp.

11 *El comercio exterior de bienes de capital en América Latina,* 1986, 288 pp.

12 *América Latina: Indices de comercio exterior, 1970-1984,* 1987, 355 pp.
13 *América Latina: comercio exterior según la clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas,* 1987, Vol. I, 675 pp; Vol. II, 675 pp.
14 *La distribución del ingreso en Colombia. Antecedentes estadísticos y características socioeconómicas de los receptores,* 1988, 156 pp.

Estudios e Informes de la C E P A L

1 *Nicaragua: el impacto de la mutación política,* 1981, 2ª ed. 1982, 126 pp.
2 *Perú 1968-1977: la política económica en un proceso de cambio global,* 1981, 2ª ed. 1982, 166 pp.
3 *La industrialización de América Latina y la cooperación internacional,* 1981, 170 pp. (Agotado, no será reimpreso.)
4 *Estilos de desarrollo, modernización y medio ambiente en la agricultura latinoamericana,* 1981, 4ª ed. 1984, 130 pp.
5 *El desarrollo de América Latina en los años ochenta,* 1981, 2ª ed. 1982, 153 pp.
5 ***Latin American development in the 1980s,*** 1981, 2ª ed. 1982, 134 pp.
6 *Proyecciones del desarrollo latinoamericano en los años ochenta,* 1981, 3ª ed. 1985, 96 pp.
6 ***Latin American development projections for the 1980s,*** 1982, 2ª ed. 1983, 89 pp.
7 *Las relaciones económicas externas de América Latina en los años ochenta,* 1981, 2ª ed. 1982, 180 pp.
8 *Integración y cooperación regionales en los años ochenta,* 1982, 2ª ed. 1982, 174 pp.
9 *Estrategias de desarrollo sectorial para los años ochenta: industria y agricultura,* 1981, 2ª ed. 1985, 100 pp.
10 *Dinámica del subempleo en América Latina. PREALC,* 1981, 2ª ed. 1985, 101 pp.
11 *Estilos de desarrollo de la industria manufacturera y medio ambiente en América Latina,* 1982, 2ª ed. 1984, 178 pp.
12 *Relaciones económicas de América Latina con los países miembros del "Consejo de Asistencia Mutua Económica",* 1982, 154 pp.
13 *Campesinado y desarrollo agrícola en Bolivia,* 1982, 175 pp.
14 *El sector externo: indicadores y análisis de sus fluctuaciones. El caso argentino,* 1982, 2ª ed. 1985, 216 pp.
15 *Ingeniería y consultoría en Brasil y el Grupo Andino,* 1982, 320 pp.
16 *Cinco estudios sobre la situación de la mujer en América Latina,* 1982, 2ª ed. 1985, 178 pp.
16 ***Five studies on the situation of women in Latin America,*** 1983, 2ª ed. 1984, 188 pp.
17 *Cuentas nacionales y producto material en América Latina,* 1982, 129 pp.
18 *El financiamiento de las exportaciones en América Latina,* 1983, 212 pp.
19 *Medición del empleo y de los ingresos rurales,* 1982, 2ª ed. 1983, 173 pp.
19 ***Measurement of employment and income in rural areas,*** 1983, 184 pp.
20 *Efectos macroeconómicos de cambios en las barreras al comercio y al movimiento de capitales: un modelo de simulación,* 1982, 68 pp.
21 *La empresa pública en la economía: la experiencia argentina,* 1982, 2ª ed. 1985, 134 pp.
22 *Las empresas transnacionales en la economía de Chile, 1974-1980,* 1983, 178 pp.
23 *La gestión y la informática en las empresas ferroviarias de América Latina y España,* 1983, 195 pp.
24 *Establecimiento de empresas de reparación y mantenimiento de contenedores en América Latina y el Caribe,* 1983, 314 pp.
24 ***Establishing container repair and maintenance enterprises in Latin America and the Caribbean,*** 1983, 236 pp.
25 *Agua potable y saneamiento ambiental en América Latina, 1981-1990/**Drinking water supply and sanitation in Latin America, 1981-1990*** (bilingüe), 1983, 140 pp.
26 *Los bancos transnacionales, el estado y el endeudamiento externo en Bolivia,* 1983, 282 pp.

27 *Política económica y procesos de desarrollo. La experiencia argentina entre 1976 y 1981,* 1983, 157 pp.
28 *Estilos de desarrollo, energía y medio ambiente: un estudio de caso exploratorio,* 1983, 129 pp.
29 *Empresas transnacionales en la industria de alimentos. El caso argentino: cereales y carne,* 1983, 93 pp.
30 *Industrialización en Centroamérica, 1960-1980,* 1983, 168 pp.
31 *Dos estudios sobre empresas transnacionales en Brasil,* 1983, 141 pp.
32 *La crisis económica internacional y su repercusión en América Latina,* 1983, 81 pp.
33 *La agricultura campesina en sus relaciones con la industria,* 1984, 120 pp.
34 *Cooperación económica entre Brasil y el Grupo Andino: el caso de los minerales y metales no ferrosos,* 1983, 148 pp.
35 *La agricultura campesina y el mercado de alimentos: la dependencia externa y sus efectos en una economía abierta,* 1984, 201 pp.
36 *El capital extranjero en la economía peruana,* 1984, 178 pp.
37 *Dos estudios sobre política arancelaria,* 1984, 96 pp.
38 *Estabilización y liberalización económica en el Cono Sur,* 1984, 193 pp.
39 *La agricultura campesina y el mercado de alimentos: el caso de Haití y el de la República Dominicana,* 1984, 255 pp.
40 *La industria siderúrgica latinoamericana: tendencias y potencial,* 1984, 280 pp.
41 *La presencia de las empresas transnacionales en la economía ecuatoriana,* 1984, 77 pp.
42 *Precios, salarios y empleo en la Argentina: estadísticas económicas de corto plazo,* 1984, 378 pp.
43 *El desarrollo de la seguridad social en América Latina,* 1985, 348 pp.
44 ***Market structure, firm size and Brazilian exports,*** 1985, 104 pp.
45 *La planificación del transporte en países de América Latina,* 1985, 247 pp.
46 *La crisis en América Latina: su evaluación y perspectivas,* 1985, 119 pp.
47 *La juventud en América Latina y el Caribe,* 1985, 181 pp.
48 *Desarrollo de los recursos mineros de América Latina,* 1985, 145 pp.
48 ***Development of the mining resources of Latin America,*** 1989, 160 pp.
49 *Las relaciones económicas internacionales de América Latina y la cooperación regional,* 1985, 224 pp.
50 *América Latina y la economía mundial del algodón,* 1985, 122 pp.
51 *Comercio y cooperación entre países de América Latina y países miembros del CAME,* 1985, 90 pp.
52 ***Trade relations between Brazil and the United States,*** 1985, 148 pp.
53 *Los recursos hídricos de América Latina y el Caribe y su aprovechamiento,* 1985, 138 pp.
53 ***The water resources of Latin America and the Caribbean and their utilization,*** 1985, 135 pp.
54 *La pobreza en América Latina: dimensiones y políticas,* 1985, 155 pp.
55 *Políticas de promoción de exportaciones en algunos países de América Latina,* 1985, 207 pp.
56 *Las empresas transnacionales en la Argentina,* 1986, 222 pp.
57 *El desarrollo frutícola y forestal en Chile y sus derivaciones sociales,* 1986, 227 pp.
58 *El cultivo del algodón y la soya en el Paraguay y sus derivaciones sociales,* 1986, 141 pp.
59 *Expansión del cultivo de la caña de azúcar y de la ganadería en el nordeste del Brasil: un examen del papel de la política pública y de sus derivaciones económicas y sociales,* 1986, 164 pp.
60 *Las empresas transnacionales en el desarrollo colombiano,* 1986, 212 pp.
61 *Las empresas transnacionales en la economía del Paraguay,* 1987, 115 pp.
62 *Problemas de la industria latinoamericana en la fase crítica,* 1986, 113 pp.
63 *Relaciones económicas internacionales y cooperación regional de América Latina y el Caribe,* 1987, 272 pp.
63 ***International economic relations and regional co-operation in Latin America and the Caribbean,*** 1987, 267 pp.
64 *Tres ensayos sobre inflación y políticas de estabilización,* 1986, 201 pp.

65 *La industria farmacéutica y farmoquímica: desarrollo histórico y posibilidades futuras. Argentina, Brasil y México,* 1987, 177 pp.
66 *Dos estudios sobre América Latina y el Caribe y la economía internacional,* 1987, 125 pp.
67 *Reestructuración de la industria automotriz mundial y perspectivas para América Latina,* 1987, 232 pp.
68 *Cooperación latinoamericana en servicios: antecedentes y perspectivas,* 1988, 155 pp.
69 *Desarrollo y transformación: estrategia para superar la pobreza,* 1988, 114 pp.
69 Development and change: strategies for vanquishing poverty, 1988, 114 pp.
70 *La evolución económica del Japón y su impacto en América Latina,* 1988, 88 pp.
70 The economic evolution of Japan and its impact on Latin America, 1990, 79 pp.
71 *La gestión de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe,* 1989, 256 pp.
72 *La evolución del problema de la deuda externa en América Latina y el Caribe,* 1988, 77 pp.
72 The evolution of the external debt problem in Latin America and the Caribbean, 1988, 69 pp.
73 *Agricultura, comercio exterior y cooperación internacional,* 1988, 83 pp.
73 Agriculture, external trade and international co-operation, 1989, 79 pp.
74 *Reestructuración industrial y cambio tecnológico: consecuencias para América Latina,* 1989, 105 pp.
75 *El medio ambiente como factor de desarrollo,* 1989, 123 pp.
76 *El comportamiento de los bancos transnacionales y la crisis internacional de endeudamiento,* 1989, 214 pp.
76 Transnational bank behaviour and the international debt crisis, 1989, 198 pp.
77 *Los recursos hídricos de América Latina y del Caribe: planificación, desastres naturales y contaminación,* 1990, 266 pp.
77 The water resources of Latin America and the Caribbean - Planning hazards and pollution, 1990, 252 pp.
78 *La apertura financiera en Chile y el comportamiento de los bancos transnacionales,* 1990, 132 pp.

Serie INFOPLAN: Temas Especiales del Desarrollo

1 *Resúmenes de documentos sobre deuda externa,* 1986, 324 pp.
2 *Resúmenes de documentos sobre cooperación entre países en desarrollo,* 1986, 189 pp.
3 *Resúmenes de documentos sobre recursos hídricos,* 1987, 290 pp.
4 *Resúmenes de documentos sobre planificación y medio ambiente,* 1987, 111 pp.
5 *Resúmenes de documentos sobre integración económica en América Latina y el Caribe,* 1987, 273 pp.
6 *Resúmenes de documentos sobre cooperación entre países en desarrollo, II parte,* 1988, 146 pp.

كيفية الحصول على منشورات الامم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الامم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع انحاء العالم . استعلم عنها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب الى : الامم المتحدة ، قسم البيع في نيويورك او في جنيف .

如何购取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.

Las publicaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y las del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) se pueden adquirir a los distribuidores locales o directamente a través de:

Publicaciones de las Naciones Unidas
Sección de Ventas — DC-2-866
Nueva York, NY, 10017
Estados Unidos de América

Publicaciones de las Naciones Unidas
Sección de Ventas
Palais des Nations
1211 Ginebra 10, Suiza

Unidad de Distribución
CEPAL — Casilla 179-D
Santiago de Chile

Primera edición

Impreso en Naciones Unidas — Santiago de Chile — 90-3-297 — Diciembre de 1990 — 1717

ISSN 0256-9795 — ISBN 92-1-321344-1 — S.90.II.G.11 — 00600P