



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



19773-S

Distr. LIMITADA

ID/WG.526/4(SPEC.)
15 de julio de 1992

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

ESPAÑOL
Original: INGLÉS

Consulta regional sobre la reestructuración
de la industria de bienes de capital en
América Latina y el Caribe

Caracas (Venezuela), 9 a 12 de noviembre de 1992

LOS EFECTOS DE LAS CUESTIONES AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA
DE BIENES DE CAPITAL DE AMERICA LATINA*

Preparado por el

Sr. Jacques Marcovitch**
Consultor de la ONUDI

* Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. La mención de empresas en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Este documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición.

** Director del Instituto de Estudios Avanzados, Ave. Profesor Luciano Cualberto Travessa J. 374, Ciud. Universitaria 05508, São Paulo, Brasil.

Indice

	<u>Página</u>
1. LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL: EVOLUCION RECIENTE Y DIFICULTADES INSUPERABLES	3
1.1 El sector industrial en los países de América Latina y el Caribe, 1980-1990	3
1.2 Caracterización de la industria de bienes de capital	3
1.3 La cuestión ambiental y sus efectos en la industria de bienes de capital	7
2. GESTION DEL MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL: CASOS Y CONCLUSIONES	10
2.1 Cuestiones ambientales que se plantean en industrias importantes: un enfoque de estudios de casos	10
2.2 El sector de la pasta y el papel: el caso de Riocell	11
2.2.1 Conciencia ambiental	11
2.2.2 Respuesta tecnológica	12
2.2.3 Lecciones y perspectivas	15
2.3 Generación de hidroelectricidad: el caso de CESP	16
2.3.1 Problemas ambientales: orígenes y evolución	17
2.3.2 Estrategias y medidas adoptadas	19
2.3.3 Lecciones y perspectivas	21
2.4 Productos químicos y fabricación de acero: el caso de Cubatão ..	22
2.4.1 Problemas ambientales	23
2.4.2 La interacción de los contaminantes con el medio ambiente	26
2.4.3 Estrategias y medidas	28
2.4.4 Los resultados de la empresa	31
2.5 Minería: el caso de la CVRD	34
2.5.1 Cuestiones ambientales: origen y evolución	35
2.5.2 Estrategia y medidas adoptadas	36
2.5.3 Resultados de las estrategias y medidas adoptadas	37
2.5.4 Lecciones y perspectivas	38
3. CONCLUSIONES SOBRE LA GESTION DEL MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL Y SOBRE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL	39
4. LA CONCIENCIA AMBIENTAL, EL DESARROLLO ECONOMICO Y LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL	41
5. BIBLIOGRAFIA	44

1. LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL: EVOLUCION RECIENTE Y DIFICULTADES INSUPERABLES

1.1 El sector industrial en los países de América Latina y el Caribe, 1980-1990

Según el Industry and Development Global Report 1990-1991, existen indicios de mejores perspectivas de crecimiento en la región de América Latina y el Caribe. Entre esos indicios cabe citar un ligero aumento de las exportaciones intra y extrarregionales, un descenso de la inflación en algunos países, un progreso en los canjes de deuda por inversión, y una gradual eliminación de las barreras al comercio. La región puede que esté dejando atrás el perdido decenio de 1980 para entrar en un nuevo decenio de recuperación industrial resultante del doloroso proceso de aprendizaje por el que ha pasado.

Los principales países de la región -el Brasil, México y la Argentina- estuvieron sujetos, en los últimos años, a políticas antiinflacionarias o de estabilización. El sector industrial de cada país estuvo sometido a la modalidad brasileña de cambio estructural, es decir, que las industrias con una base de recursos naturales renovables se desempeñaron mejor que las que crecieron muy protegidas. El primer grupo comprende industrias tales como las de productos químicos, pasta y papel, y agroindustrias. El segundo comprende los textiles, los productos metálicos, la maquinaria eléctrica y el equipo de transporte.

Tales diferencias de crecimiento sugieren la necesidad de aumentar la competitividad de las industrias atrasadas. Una forma de conseguirlo sería efectuar inversiones directas en una industria atrasada dotándola de nueva tecnología y nuevas técnicas empresariales. También son necesarias las alianzas estratégicas. Esta región ha logrado atraer inversiones extranjeras directas con más éxito que otras regiones en desarrollo.

El crecimiento industrial de la región se ve aún entorpecido por el gran volumen de la deuda, y la inflación sigue abrumando a muchos de sus países. Sin embargo, existen indicios de que los procesos mundiales y regionales de la integración económica producirán efectos en cadena positivos en la región de América Latina y el Caribe. Los encargados de formular políticas, los gobiernos, y la sociedad en general, se enfrentan ahora al desafío que supone hallar la mejor manera de utilizar esas nuevas fuerzas.

La educación, la salud, la alimentación, y la vivienda, son necesidades básicas de la mayoría de la población. Por tanto, la competitividad será el resultado de la habilidad de emplear recursos humanos, en gran escala, para revitalizar la economía y de incorporar la última generación a la actividad económica. Cuando esto no sea factible, deberá haber, por lo menos, solidaridad con los desfavorecidos.

1.2 Caracterización de la industria de bienes de capital

La industria de bienes de capital desempeña un papel estratégico en el desarrollo de todo país, y es indispensable para la difusión de tecnología en el sector productivo. Es la industria que crea otras industrias. Se entiende por bienes de capital las instalaciones, el equipo, los edificios y los elementos componentes que forman parte del activo fijo de una empresa, y que constituyen los medios de producción de bienes y servicios.

La representatividad de la industria de bienes de capital del Brasil puede apreciarse por sus resultados en los últimos años del decenio de 1960: 28.000 millones de dólares anuales (un 8% del PIB) por concepto de ventas y cerca de 5.000 empresas en dicho sector industrial. En el cuadro 1.2 pueden verse las cifras de producción, empleo, consumo aparente y comercio exterior.

Cuadro 1.2

Brasil: industria de bienes de capital, producción de maquinaria, empleo, comercio exterior

Año	Producción al costo de los factores	Comercio exterior		Nº de trabajadores
		Exportaciones	Importaciones	(En miles)
		1990 (en miles de millones de dólares EE.UU.)	1990 (en miles de millones de dólares EE.UU.)	En el año
1980	25,53	2,32	3,64	335,9
1981	22,74	1,93	3,41	329,5
1982	18,65	1,44	2,29	299,3
1983	15,26	1,92	1,94	251,6
1984	16,03	2,61	1,79	249,6
1985	18,87	2,90	1,95	300,0
1986	21,57	2,76	2,69	350,6
1987	22,13	2,61	2,99	369,4
1988	21,49	2,63	2,86	361,1
1989	20,61	2,16	1,77	352,3
1990	18,81	1,62	1,94	331,9
1991	15,66	1,61	1,93	267,7

Fuente: DEE-ABIMAQ/SINDIMAQ (Asociación brasileña de industrias de maquinaria)

La industria brasileña data de fines del siglo XIX. Adquirió impulso con la primera guerra mundial y empezó a producir bienes de capital antes de la segunda guerra mundial. En ese período, iniciaron sus operaciones en el Brasil varias sociedades internacionales importantes. Cuando se produjo la primera crisis del petróleo (1974-1975), se fabricaba en el país una amplia serie de maquinaria y equipo acordes con las normas internacionales. Hasta el término del decenio de 1970, la política de sustitución de importaciones seguida por el Brasil permitió a la industria mantener su nivel de producción.

El decenio de 1980 fue un período de estancamiento, con baja inversión (un 17% del PIB en 1989 frente al 22% en 1979), elevada inflación (media para el período = 18.000.000%), elevada deuda nacional y extranjera (60.000 y 112.000 millones de dólares, respectivamente), y un PIB por habitante uniforme (alrededor de 2.000 dólares).

Con respecto a la producción de maquinaria, su valor en dólares fue aproximadamente el mismo que a principios del decenio de 1980. Sin embargo, comoquiera que en todo el mundo se produjeron adelantos tecnológicos, la inversión en modernización de la tecnología resultó insuficiente. Al término del período, la industria precisaba inversiones adicionales para aumentar la capacidad e impulsar las exportaciones. En 1970, las importaciones representaron el 50% de la producción por el valor, pero pasaron a representar un 14,6% en 1989, mientras que las exportaciones, que en 1970 representaban un 5,6%, pasaron a representar el 14,6% en 1989.

El progreso logrado por la industria no se vio acompañado de un interés por aumentar la productividad o por asimilar tecnología avanzada. En el decenio de 1980, las dificultades experimentadas por la industria de la maquinaria y el equipo limitaron su eficiencia y competitividad. Esta limitación se debió a lo siguiente: bajas inversiones en modernización, excesiva integración vertical, escasez de mano de obra calificada y falta de economías de escala.

La tecnología avanzada está representada por las empresas multinacionales, que poseen un relativo dominio de la tecnología de fabricación, pero que tienen puntos débiles en aspectos tales como el diseño, la investigación y el desarrollo de productos para mercados regionales.

Las principales innovaciones que afectan a la industria de la maquinaria están teniendo lugar en los sectores de las computadoras y de la electrónica. Esto exige un nivel de conocimientos diferente del que existe en la mayoría de los sectores productivos.

Chudnowski (1990) muestra que en la Argentina, después de 1976 y entrado el decenio de 1980, las crisis y políticas económicas tuvieron efectos trascendentales en la industria manufacturera en general y en los segmentos industriales de la maquinaria y de las máquinas-herramientas en particular. En 1982, la producción (2.500 unidades) fue nueve veces inferior a la de 1973.

En valor, la producción de 1985 (casi 30 millones de dólares) fue la mitad de la de 1984. Esta situación negativa registrada en la Argentina se debió principalmente a una contracción del mercado nacional, a un mercado internacional en baja y a los efectos de la crisis de la deuda extranjera.

En 1986, la situación empezó a mejorar algo como resultado del Plan Austral, pero fue en 1987, con el Protocolo de Integración del Brasil y la Argentina, cuando se dejaron sentir los efectos del mercado brasileño. Aunque el mercado argentino siguió contrayéndose en 1988 y 1989, las exportaciones aumentaron, registrándose un aumento del coeficiente, que del 14,3% en 1986 pasó a ser del 75,2% en 1989, uno de los más elevados del mundo (Cuadro 1.2.A).

Cuadro 1.2.A

Argentina: producción, importaciones y exportaciones de
maquinaria y herramientas

(En millones de dólares EE.UU. y en porcentajes)

Año	Prod.	Imp.	Exp.	Cons.	Imp./Cons.	Exp./Prod.
1980	56,6	82,2	28,0	112,8	72,9%	47,8%
1981	31,9	69,6	17,2	84,4	82,5%	53,8%
1982	18,6	39,2	9,0	48,8	80,3%	48,4%
1983	19,9	20,6	3,3	37,2	55,4%	16,7%
1984	19,2	22,6	3,0	38,8	58,2%	15,7%
1985	19,8	31,3	3,7	47,5	66,0%	18,7%
1986	33,1	16,4	4,7	44,8	36,7%	14,3%
1987	39,9	38,3	16,0	62,3	61,6%	40,0%
1988	48,6	44,7	32,6	60,7	73,6%	67,0%
1989	41,6	29,9	31,3	40,3	74,4%	75,2%

Fuente: AAFMHA, INDEC.

El aumento de la producción se tradujo en un aumento de la fuerza de trabajo, al pasar de 1.567 trabajadores en 1987 a 1.870 en 1988, predominando los ingenieros y gerentes. La productividad de la mano de obra también aumentó; en realidad, se duplicó entre 1985 y 1988.

La producción disminuyó en 1989 y 1990. Los fabricantes se esforzaron por evitar un exceso de mano de obra, y se estima que el desempleo en el sector industrial aumentó en un 4% durante la segunda mitad de 1990. Aunque los datos son fragmentarios, puede calcularse que, entre 1986 y 1990, las empresas principales invirtieron en la industria unos 12 millones de dólares, contándose en algunos casos con financiación italiana y española.

Pese a sus orígenes análogos, las industrias de bienes de capital del Brasil y de la Argentina han diferido considerablemente en cuanto a su desarrollo. La industria brasileña es mayor. En 1987, produjo 30.000 máquinas por un valor de 523 millones de dólares, y proporcionó empleo a 18.619 personas. Esto supone un tamaño seis veces mayor que el de la industria de bienes de capital de la Argentina desde el punto de vista de la producción unitaria, y diez veces mayor en cuanto al valor. En lo relativo a la productividad por trabajador, el Brasil también ocupa una posición de líder. Su industria creció con mayor rapidez y se integró más plenamente, como resultado de la política de sustitución de importaciones seguida por el país.

La industria brasileña tiene establecimientos de mayor dimensión, con una producción mucho más diversificada y una mayor integración vertical. La empresa más grande de la Argentina tiene menos de 300 trabajadores, mientras que la empresa líder del Brasil tiene 4.000, y hay muchas otras con 500. Las ventas en dólares de las dos empresas brasileñas principales superan la suma total de la industria argentina. El Brasil también tiene un gran número de empresas grandes y medianas, así como varias filiales de empresas alemanas que fabrican maquinaria sofisticada, y que no existen en la Argentina. La Argentina tiene algunas ventajas comparativas sobre el Brasil: por ejemplo,

las relativas a precios y mano de obra calificada. Pero sus fabricantes se han beneficiado de la deficiencia de la industria del Brasil en dos aspectos clave: servicios de personal y servicios postventa.

La industria argentina se benefició más que la brasileña del comercio bilateral entre 1986 y 1989; introdujo economías de escala y actualizó su tecnología. Sin embargo, el industrial argentino sigue considerando al Brasil como un mercado para sus productos en lugar de como un socio en empresas conjuntas encaminadas a atender a ambos mercados. Según Chudnovsky (1990), esto se debe a que los acuerdos son relativamente recientes, así como a la falta de acuerdos sobre complementariedad de la producción, a la ausencia de políticas aduaneras compatibles, y a las actitudes individualistas adoptadas por los industriales del sector.

Un estudio realizado por ABIMAQ, la asociación brasileña de industrias de la maquinaria, recomienda que, en vista de las características de la industria, ésta debe buscar alternativas a base de un nuevo proyecto. En la primera etapa de este proyecto debería abordarse la eliminación de estrangulamientos de la industria: suministros de insumos y elementos componentes, capacitación, utilización de la energía, métodos de capitalización de empresas, y desarrollo de la investigación tecnológica industrial.

En la segunda etapa debieran sugerirse las formas de que el país y la región obtuvieran la infraestructura técnica e institucional, cultura y evolución tecnológica y económica, necesarias como elemento de apoyo en el esfuerzo por alcanzar metas de desarrollo.

Las conclusiones del estudio apuntan a un cambio clave de los factores que permitieron a la industria brasileña desarrollarse y consolidarse: mano de obra barata y abundancia de materias primas. Se espera que estos factores sigan desempeñando un papel favorable, pero tendrán una menor influencia en el costo total. Es preciso continuar aprovechando los mismos, pero la calidad, la productividad y el desarrollo tecnológico -es decir, los conocimientos-, deberán ser objeto de máxima prioridad. Las provisiones clave son que la propiedad del capital social de las principales empresas será más democrática, las pequeñas empresas se fortalecerán, la industria invertirá la tendencia del proceso de integración vertical, y los trabajadores estarán profesionalmente más calificados.

Ni en la Argentina ni en el Brasil se han aprovechado aún debidamente las oportunidades creadas por la nueva concienciación mundial y local en lo relativo al medio ambiente. Varias industrias a que se refieren los estudios de casos que figuran más adelante han dedicado importantes inversiones al sector ambiental, pese a lo cual dicho sector no constituye una nueva área de negocios, salvo en el caso de algunas empresas más proactivas. En el caso de la industria de bienes de capital, la crisis interna ha hecho que esa industria sea menos sensible a las nuevas modalidades de industrialización y a la nueva prioridad concedida al medio ambiente.

1.3 La cuestión ambiental y sus efectos en la industria de bienes de capital

En el decenio de 1970, el CETESB (el organismo de protección ambiental del Estado de São Paulo) desarrolló, redactó y publicó una serie de normas técnicas que debían seguirse en esta esfera de actividad. Ello condujo a un considerable desarrollo del sector sanitario básico del Brasil.

Cinco años después, la industria de bienes de capital empezó a organizar procedimientos para cumplir esas normas. ABIMAQ estableció un departamento de saneamiento (DESAN), que ahora cuenta con 60 miembros. También creó la ABES, Asociación brasileña para la ingeniería sanitaria afiliada al DESAN, y que sirve de foro a ingenieros ambientalistas y a otros profesionales del sector. Esto tuvo como resultado un Programa para un mejor saneamiento (PVS), operación en la que participan asociaciones de la industria de la construcción, de consultoría y de saneamiento.

En 1990, tuvo lugar un debate a nivel nacional como parte de la búsqueda de formas que permitieran proteger el medio ambiente. Los cálculos efectuados han permitido ver que un modesto programa de saneamiento básico urbano y rural costaría al Brasil el equivalente de 3.500 millones de dólares a lo largo de un período de diez años. Habida cuenta de la labor realizada hasta ahora, y de los fondos supuestamente disponibles, el volumen de recursos financieros todavía por conseguir es enorme; y lo que aún es peor: las fuentes de fondos adicionales serán muy difíciles de identificar, y mucho más difícil obtener tales fondos.

Estos aspectos, discutidos principalmente como una cuestión de bienestar hasta el término del decenio de 1980, han empezado a contemplarse a una nueva luz. Las presiones locales y mundiales han dado lugar a programas ambientales más complejos y horizontes a largo plazo, habiéndose dejado atrás el estrecho criterio del saneamiento. El Gobierno, y la sociedad en su conjunto, han empezado a darse cuenta de los beneficios que pueden derivarse de las prácticas ambientales si se observan en todos los segmentos de la población.

Parte de la industria de bienes de capital ha podido suministrar equipo al sector privado, especialmente productos químicos, petroquímicos, pasta y papel, productos alimenticios, cuero y calzado, durante un período de inversiones estatales muy bajas. Estas industrias son importantes fuentes de contaminación, y deben ajustarse a las normas establecidas por los organismos de medio ambiente, responder a las presiones de la opinión pública, y atender a sus propias necesidades, para proteger su medio ambiente inmediato. Muchos fabricantes de bienes de capital han tenido el cuidado de adaptar sus sistemas de producción con objeto de hacerlos más limpios, incorporando para ello filtros de efluentes y de aire, mejorando el ambiente operativo y evitando agresiones a la salud de sus trabajadores y a la higiene de las localidades en que desempeñen su labor.

En 1991, sin embargo, los fabricantes de equipo de control de la contaminación observaron una disminución de los gastos de la industria por ese concepto. Los segmentos industriales que vienen teniendo escasos rendimientos desde la iniciación de la crisis en 1968 han aplazado las inversiones en dicho equipo. Las industrias de elevados rendimientos, como, por ejemplo la de pasta y papel, que cuentan con el apoyo de un mercado internacional, tienen establecidos desde hace tiempo sistemas de control de la contaminación, y únicamente invierten cuando amplían su capacidad. Sólo la industria alimentaria, tradicionalmente una de las últimas en ser muy afectadas por la recesión, viene manteniendo un nivel constante de gastos.

Sin embargo, esta crisis sectorial, subsumida en la crisis nacional, no ha sido provocada por la insensibilidad de la industria hacia los problemas ambientales. Existen indicios de una creciente conciencia ambiental, como demuestran los programas discutidos en las reuniones de asociaciones de

fabricantes. Los proveedores de equipo dicen que hay un mayor interés por la protección ambiental. Los industriales se forman sus opiniones a este respecto al mismo tiempo que todo el mundo. La presión de los medios irformativos, de los movimientos ambientalistas, de los gobiernos, y de la comunidad internacional, afecta por igual a fabricantes y consumidores.

La industria de bienes de capital debiera aprovechar en mayor grado las oportunidades creadas por los programas estatales para eliminar la contaminación. También debe ajustarse a los nuevos requisitos y a ofrecer alternativas tecnológicas a empresas que están invirtiendo en este sector. Las organizaciones no gubernamentales pueden crear alianzas con la industria para aportar una solución tecnológica viable que sostenga el desarrollo sin dejar de proteger al medio ambiente. Los eventos y ferias centrados en las innovaciones de la tecnología ambiental proporcionan una oportunidad para difundir conocimientos e intercambiar información entre empresas industriales, industrias de servicios e instituciones financieras. En el Brasil, la presencia de importantes empresas en este sector, que poseen considerables capacidades tecnológicas, tales como Degremon, Filsan, Sulzer y DBC, contribuyen a la difusión y a la opción de tecnologías ambientalmente inocuas que también permiten un aumento de la productividad industrial.

En entrevistas celebradas con gerentes de empresas manufactureras de bienes de capital se ha visto que son conscientes de que el desafío ambiental puede y debe considerarse como una oportunidad que se le ofrece a la industria. El actuar con decisión a la hora de resolver el problema de la eliminación de residuos urbanos, bastaría en sí para inyectar un nuevo dinamismo a la industria. Los programas de limpieza del río Tiete y de la Bahía de Guanabara constituyen en sí llamamientos a toda la industria cor. objeto de que se movilice. Esto representa una oportunidad para recuperar el terreno perdido, en los últimos años, en materia de capacitación y reorientación o reciclaje profesionales, capacidades tecnológicas, cuota del mercado interno, utilización de la capacidad y exportaciones.

En el Brasil, está prácticamente sin explotar el mercado potencial de bienes de capital concebidos para la protección ambiental. Se trata sin duda de un mercado muy importante, y las empresas multinacionales ya han empezado a mostrar algún interés por el mismo. Aun hechos tan diferentes como la epidemia de cólera y la celebración en Río de Janeiro, en junio de 1992, de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, puede que tengan efectos suficientes para que se cobre una mayor conciencia de las ventajas políticas que podrían obtenerse mediante la adopción de medidas que protejan al medio ambiente y promuevan el desarrollo. Si tal cosa ocurriera, los programas ambientales podrían convertirse en uno de los métodos eficaces para el logro del crecimiento económico.

Los cuatro estudios de casos que a continuación figuran demuestran la vinculación existente entre la economía y la ecología. También demuestran la posibilidad de conciliar estas dos cuestiones prioritarias con excelentes perspectivas del mercado para las tecnologías ambientalmente inocuas y para los nuevos procesos y productos que las nuevas inversiones sectoriales requerirán.

2. GESTION DEL MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL: CASOS Y CONCLUSIONES

2.1 Cuestiones ambientales que se plantean en industrias importantes: un enfoque de estudios de casos

Se seleccionaron cuatro casos de diferentes sectores en que el deterioro ambiental ha llegado a ser considerable: pasta y papel, generación de energía, minería, productos químicos y fabricación de acero. Para cada sector, se eligió una empresa y se invitó a un participante activo a que informara sobre el caso en cuestión. A cada uno de los autores de los estudios se le pidió que informase sobre la perspectiva histórica de la empresa, y que facilitara una descripción del sector industrial y de la génesis y evolución de los problemas ambientales. Se describieron la estrategia y las medidas adoptadas para encarar esos problemas, las fuentes de tecnología en la fase de ejecución y la producción en términos de resultados y nuevas capacidades.

Los cuatro casos estudiados son:

- a) Cuestiones ambientales y estrategia tecnológica de Riocell (sector de la pasta y el papel);
- b) Gestión ambiental y desarrollo de tecnologías: estudio de un caso del CESP (sector de la generación de hidroelectricidad);
- c) Control de la contaminación industrial en Cubatão (productos químicos y fabricación de acero); y
- d) Estrategia empresarial, gestión ambiental y transferencia de tecnología: estudio de un caso del CVRD (minería).

Los autores de los estudios aportaron su propia experiencia y los datos disponibles sobre los resultados obtenidos en cada caso. Luiz Antonio Slongo, de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul, describió y analizó la estrategia de RIOCELL. Luiz Fernando Galli planteó las cuestiones encaradas por el CESP en la generación hidroeléctrica y en el tratamiento de esas cuestiones, con especial hincapié en el proyecto de Tres Irmaos. Werner Zulauf describió el importante esfuerzo de Cubatao por reducir en ocho años más del 90% del nivel de contaminación ocasionado por las industrias químicas y del acero establecidas en la región. Maria de Lourdes Davies de Freitas informó sobre la experiencia del CVRD en las actividades mineras, con especial atención al enfoque ambiental del proyecto de Carajás.

Tales casos tratan concretamente de sectores industriales en crecimiento, en que las inversiones y la financiación fueron posibles y permitieron responder positivamente al interés público por el problema ambiental. Los cuatro casos revelan que las cuestiones ambientales pueden abordarse con éxito cuando los recursos humanos competentes y el acceso a la tecnología pueden apoyarse mediante inversiones apropiadas. Una estrategia global comprendía las limitaciones ambientales en el proceso de adopción de decisiones.

2.2 El sector de la pasta y el papel: el caso de Riocell

El 16 de marzo de 1972, Borregaard del Brasil inició sus operaciones con una capacidad de producción de 190.000 toneladas anuales de pasta parda, lo que representaba un volumen de ventas por valor de 22 millones de dólares y un empleo directo de 2.500 trabajadores. La inversión inicial ascendió a 76 millones de dólares. Al mismo tiempo, esta operación se consideró del máximo interés para la economía nacional, según el Decreto Federal N° 60.803.

La viabilidad económica era el único aspecto que interesaba a las autoridades noruegas y brasileñas. En ningún momento, ni durante las negociaciones ni en la fase de ejecución, se pensó en las cuestiones ecológicas o sociales. El interés por comunicarse con el público directamente afectado por la ejecución del proyecto fue todavía menor. Incluso los datos sobre la importancia económica del proyecto no fueron debidamente facilitados a la población. Se creyó que los beneficios de la inversión, la recaudación tributaria, y los puestos de trabajo creados, bastarían para compensar los problemas ambientales que pudieran derivarse de la explotación de la planta. En consecuencia, la opinión pública no se pronunciaría al respecto. Unas cuantas pequeñas plantas industriales ubicadas en las cercanías de Guaíba, que también contaminaban el aire y el agua, se utilizaron como puntos de referencia para llegar a la conclusión de que Borregaard se aceptaría sin ningún problema. Sin embargo, las presiones ejercidas, cada vez más intensas, hicieron que el Gobierno de Río Grande do Sul, por conducto de su Departamento de Salud, cerrara Borregaard el 6 de diciembre de 1973.

2.2.1 Conciencia ambiental

El primer Borregaard permaneció cerrado desde el 6 de diciembre de 1973 hasta el 14 de marzo de 1974. En el momento en que se decidió ordenar su cierre, la población de la zona afectada por la contaminación atmosférica ocasionada por la planta (aproximadamente 1,6 millones de personas en 10 ciudades diferentes), vivía con una proporción de gas sulfúrico de 1.800 partes por millón (ppm), cuando la Organización Mundial de la Salud había establecido un máximo de 70 ppm.

La primera medida adoptada por la empresa, al término de 1973, consistió en incorporar una planta para la oxidación de licor negro fuerte. Esta sustancia es un subproducto del proceso de pulpación (reducción de la madera a pasta) que se quema en la caldera de recuperación. Al quemarse, el sulfuro sódico presente en el licor se convierte en gas sulfúrico (H₂S), cuyo olor tanto desagrada a la población.

A partir de marzo de 1974, la planta sustituyó el sulfuro sódico por el hidróxido sódico como insumo para la producción de pasta. Esta modificación, al disminuir la adición de compuestos sulfurosos al proceso, contribuyó a reducir el mal olor, pues son precisamente esos compuestos los causantes del olor característico de las fábricas de pasta. El proceso del sulfato, por ser el más barato, es el más ampliamente utilizado en todo el mundo. Aunque se redujo considerablemente el mal olor, el nuevo proceso no eliminó el problema por completo, pues siguió incorporándose azufre al proceso por medio del fuelóleo, que contiene un 4% de ese elemento.

En 1975, ya bajo un nuevo control, se contrataron los servicios de la empresa AB Energikonsult de Suecia para el diseño de un moderno proceso integrado que permitiera controlar la contaminación atmosférica y el tratamiento de la corriente de salida condensada y contaminada de la fábrica. Como resultado de ello, entró en servicio la unidad de tratamiento del gas y de la corriente de salida condensada. La corriente de salida condensada y contaminada, procedente de la sección de evaporación, se recogía luego en un depósito y se bombeaba hasta una torre de destilación, en la que, mediante una contracorriente de vapor, la parte volátil se separaba del elemento condensado y se quemaba en un incinerador. Los gases procedentes del proceso de pulpación y de los depósitos de licor se recogen y se lavan, y posteriormente se soplan para ser quemados juntamente con los gases de la torre en el incinerador. Este proceso reduce en un 90% la demanda bioquímica de oxígeno de los efluentes líquidos vertidos al río Guaba.

Además de todas estas medidas encaminadas a resolver los problemas planteados en Riocell, en 1979 se instaló un sistema de recuperación de residuos, cuya finalidad principal era controlar la pérdida de contaminantes en las propias áreas de alto riesgo de la empresa. Dicho de otro modo, ello representó un esfuerzo por prevenir problemas en la fuente de su origen. En efecto, tal sistema es una protección más, sobre todo frente a problemas imprevistos, pues, desde el punto de vista técnico y jurídico, ya se habían cumplido todos los requisitos.

2.2.2 Respuesta tecnológica

A partir de 1983, Riocell empezó a blanquear la pasta en su propia fábrica, a un costo de casi 240 millones de dólares, destinándose un 15% de esa cifra a la protección ambiental. Junto con el proyecto de blanqueo, y con objeto de controlar todo el proceso de acabado mediante normas industriales y de control ambiental, se estableció un sistema que consistía en lo siguiente: planta química, turbogenerador, caldera de vapor, instalaciones de hidrotreatmento, unidad de blanqueo por desplazamiento, y unidad de secado. Debido a que para la caldera de vapor se eligió como combustible carbón bituminoso, la empresa sintió la necesidad de incorporar una unidad de precipitación de cinco campos, con una capacidad de 475.000 Nm³ por hora. También se construyó un conducto de hormigón para la chimenea de 126 metros de altura. Estas medidas permitieron reducir considerablemente las emisiones de partículas.

La estación de tratamiento de efluentes efectúa las siguientes operaciones: tratamiento previo, que abarca las fases de trituración, eliminación de sedimentos y neutralización; tratamiento primario, con decantación primaria, enfriamiento de efluentes y homogeneización; tratamiento secundario, con un reactor Unox (cerrado), y el empleo de oxígeno puro para que los microorganismos puedan respirar, generado en una planta de O₂ que utiliza el sistema BSA (absorción de fluctuaciones de la presión) y un decantador secundario; tratamiento terciario, con coaguladores, un estanque de clarificación y una estación inferior de tratamiento de efluentes con un difusor al final del sistema de emisión; y un sistema para la manutención y el amontonamiento del lodo generado en el sistema de tratamiento. Como complemento de la estación, se construyó un estanque de emergencia impermeable, a fin de captar eventuales puntas de carga o de caudal e impedir con ello "shocks" en el tratamiento. Con objeto de mantener la eficiencia del sistema, incluso durante los períodos de mantenimiento, se dispone de sistemas de decantación, duplicados.

Los efluentes de todas las partes de la fábrica, excepto los que proceden de la unidad de blanqueo, se recogen mediante tuberías subterráneas y se hacen llegar, por gravedad, a la estación de tratamiento. Dichos efluentes pasan primero por la fase de trituración, luego por la de eliminación de sedimentos y, ya preparados para el tratamiento, llegan al tanque de neutralización, donde también se recogen los efluentes de las instalaciones de blanqueo. Los efluentes neutralizados se someten entonces a un primer tratamiento, consistente en eliminar de ellos las partículas sólidas que aún contengan. Tras ello, experimentan una termorreducción a 37° o 38° C y pasan al estanque de homogeneización, con una superficie gasificada, desde el cual son bombeados al reactor Unox. El sistema Unox, basado en el empleo de oxígeno, estimula más eficazmente el desarrollo de microorganismos, constituyendo de ese modo una forma de tratamiento biológico de efluentes.

Biológicamente tratados, los efluentes pasan luego a ser objeto de un tratamiento terciario, que básicamente consiste en eliminar su color mediante coagulación con sulfato aluminico. Por último, los efluentes se neutralizan con óxido cálcico y se envían al estanque de clarificación, desde el cual se vierten al río Guaíba, pero ya sin las características perjudiciales del contaminante.

El resultado producido en las tres fases de tratamiento se recoge en un depósito especial, se espesa, se filtra y se hace pasar a pozos abiertos ubicados en una zona especialmente reservada. Ese lodo, junto con otros residuos, como ceniza y arena, se somete a un proceso de descomposición y posteriormente se convierte en fertilizante orgánico, que sustituye a una parte importante de los productos químicos empleados en la actualidad en las 40.000 hectáreas de bosques que la empresa posee.

Según las cifras facilitadas por la empresa, desde que esta planta entrara en servicio en 1988, la inversión total en ella ha sido de 42 millones de dólares corrientes, inversión que está directamente relacionada con la protección ambiental (véase el cuadro 2.2.2).

Cuadro 2.2.2

Inversiones de Riocell en la protección ambiental
(En miles de dólares EE.UU.)

Emisiones aéreas (olor y partículas)	
- Oxidación de licor negro	1 000
- Torre de destilación de gas, incinerador, tanques, etc.	2 000
- Precipitador electrostático para la caldera de vapor	1 120
- Chimenea para la caldera de vapor y el horno	1 000
- Precipitador para la caldera de recuperación, conducto para la chimenea, tanque para la disolución y oxidación de licor	3 850
- Precipitador original para la caldera de recuperación	800
- Chimeneas originales (caldera de recuperación, horno de óxido cálcico, tanque de disolución)	400
- Lavadoras para los gases del horno de óxido cálcico, tanque de disolución y digestor	150
- Precipitador para el horno de óxido cálcico	876
- Modificación de la caldera de recuperación	132
- Equipo adicional para la obtención de aire suplementario	188
- Modificación del proceso de combustión en la caldera de recuperación	134
- Otros elementos (conductos, tubos de exhaustación, ventiladores, etc.)	876
Subtotal	12 526
Efluentes líquidos	
- Sistema de recuperación de residuos	1 160
- Estación de tratamiento de efluentes	19 150
- Sistema de tubos conectores y subterráneos (ampliación)	2 530
- Sistema de tubos y estación de bombeo	2 000
- Otros elementos (tanques, cierres, detectores, etc.)	1 410
Subtotal	26 250
Residuos industriales sólidos	
- Manutención y almacenamiento del carbón	1 160
- Zona apropiada para la eliminación de residuos	140
- Equipo para la manutención y eliminación de residuos	950
- Otros elementos y actividades (controles, investigación sobre la utilización de residuos, etc.)	220
Subtotal	2 470
Control de calidad ambiental	
- Diseño y establecimiento de un laboratorio de control e investigación ambiental	400
- Equipo de vigilancia ambiental	250
Subtotal	650
Resumen de inversiones	
- Emisiones aéreas	12 526
- Efluentes líquidos	26 250
- Residuos industriales sólidos	2 470
- Control de la calidad ambiental	650
Total	41 896

En Riocell, las tecnologías de protección ambiental y de producción siempre han estado estrechamente relacionadas. En la mayoría de los casos, esta interdependencia es natural, pues un nuevo proceso (como en el caso del blanqueo de pasta papelera) obliga a realizar nuevas inversiones en tecnología ambiental, y las inversiones efectuadas para el control ambiental pueden redundar en una mayor eficiencia industrial, como ocurrió, por ejemplo, con el establecimiento del sistema de control de residuos.

Tal integración tecnológica es resultado de una combinación de responsabilidad ecológica, disciplina, calidad y eficiencia, que se ha incorporado a la filosofía gerencial de la empresa hasta el punto de que ésta viene procurando responder positivamente a las presiones externas, desde el punto de vista de la comercialización y de la sociedad. Por otro lado, la índole de la actividad de la empresa obliga a una planificación a largo plazo y al empleo de una estrategia. Por ejemplo, el eucalipto, a pesar de su breve ciclo vital (aproximadamente siete años), permite tres cortas antes de que se requiera una nueva plantación, lo que significa una duración total de más de 20 años. Como esto repercute en las inversiones en procesos de producción, productos y mercados, es posible que la cuestión no pueda sustraerse a ello.

2.2.3 Lecciones y perspectivas

Desde el inicio de sus operaciones, en 1972, hasta el presente, Riocell ha aumentado la producción en un 63%. De 190.000 toneladas anuales de pasta parda que al principio producía, ha pasado a fabricar 310.000 toneladas anuales. De esa cifra, 260.000 toneladas corresponden a pasta blanqueada, 20.000 toneladas a pasta soluble para la obtención de viscosa, 15.000 toneladas para la fabricación de papel y cartón, y 15.000 toneladas de pasta parda. En 1989, las operaciones generaron ventas por valor de 223 millones de dólares, y la media de empleo llegó a ser de 2.500 trabajadores.

El control de la tecnología, la estrategia del mercado, y la creencia de que los problemas ambientales están bajo control, ha llevado a la empresa a planear un importante aumento de la producción a medio o largo plazo. Para 1994, se habrá doblado la capacidad de la fábrica de Guaíba, con una producción anual de 720.000 toneladas, lo que requerirá una inversión de 650 millones de dólares en la unidad industrial.

Riocell, decidida a mantener una posición destacada en cuanto a nuevas inversiones en la industria, ha suscrito un acuerdo con Copene de Bahía que ha conducido a la creación de Norcell, empresa que, a partir de 1993, producirá 420.000 toneladas anuales de pasta.

Norcell posee 120.000 hectáreas en Entre Ríos (Bahía), que se han destinado a la reforestación. Ya se han repoblado con eucaliptos 60.000 hectáreas. La inversión de Copene en reforestación estaba encaminada a la producción de energía, pues se partió del supuesto de que la crisis del petróleo se agravaría. Como esto no llegó a ocurrir, se decidió invertir en la producción de pasta, teniendo a Riocell como socio.

La ubicación de Norcell, al norte del Brasil, le permitirá un fácil acceso a los mercados de Europa y de los Estados Unidos. Riocell se concentrará en los mercados de América Latina y el Lejano Oriente. En la

actualidad, el 48% de las exportaciones de Riocell se destina a Europa, el 10% a América Latina, el 13% al Lejano Oriente, y el 19% a los Estados Unidos. De todos ellos, el mercado más prometedor es el del Lejano Oriente. La solución de problemas ambientales, y la aceptación política y social con ella conseguida, han sido decisivas para estimular la expansión. La gerencia de Riocell sabe, sin embargo, que el éxito que ha tenido hasta ahora no debiera hacerle perder de vista la posibilidad de que se registren cambios a los niveles nacional e internacional.

En el Brasil, los proyectos de expansión tienen por objeto doblar la producción en los próximos cinco o seis años. La República Popular de China, en dos años (1986-1988), aumentó la producción de pasta en un 25%. También en Asia, el Japón sigue aumentando la capacidad de producción, que creció en un 8% de 1987 a 1988. En este último año, la inversión japonesa en la industria ascendió a 3.500 millones de dólares, superando en un 44% la realizada en 1987. La producción europea creció en un 4% de 1987 a 1988, lo que supone un nuevo récord. A nivel mundial, la producción de pasta aumentó, en el mismo período, aproximadamente un 4%. Por otro lado, la proporción de pasta dedicada a la fabricación de papel llegó a ser, en 1988, del 70%. Esta es la proporción más baja desde 1983, en que dicha proporción fue del 75%. Esta cifra representa una reducción del 1% anual.

En consecuencia, los nuevos cambios crearán presiones para que se reduzcan los precios y harán que la competencia internacional sea más intensa. En la actualidad, la ventaja competitiva dependerá mucho de los resultados positivos que tengan las inversiones en los sectores de la automatización, la tecnología ambientalmente inocua, el desarrollo de productos y el servicio al cliente, en todos los cuales se ha venido centrando la atención de Riocell en los últimos años.

Las agresiones al medio ambiente, hasta hace poco privilegio de las economías desarrolladas, también se han hecho más frecuentes en países desarrollados, sobre todo por parte de las industrias químicas y petroquímicas, pero asimismo por los fabricantes de pasta papelera, que no son los únicos usuarios importantes de recursos naturales, y suelen devolver a la naturaleza grandes cantidades de materiales muy contaminantes y perjudiciales para la vida.

2.3 Generación de hidroelectricidad: el caso de CESP

La mayor parte de la electricidad generada en el Brasil procede de centrales hidroeléctricas. La capacidad instalada total de las plantas hidroeléctricas del país es, actualmente, de 50.985 MW. Las centrales termoeléctricas alimentadas con carbón y con petróleo sólo producen 3.115 MW, y una planta nuclear produce 657 MW.

CESP dirige 20 centrales hidroeléctricas, con una capacidad instalada total de 10.174 MW, que representa el 89% de toda la electricidad generada en São Paulo y el 20% de la energía producida en toda la nación. Sin embargo, en los próximos años, la producción aumentará con la entrada en servicio de nuevas centrales. Taquaruçu y Porto Primavera, que entrarán en servicio en 1992 y 1996, respectivamente, supondrán una producción adicional de 2.318 MW.

Según estudios oficiales recientes, hay buenas perspectivas de que la industria eléctrica brasileña pueda atender la demanda a corto plazo. Por el contrario, a plazo medio, especialmente en los últimos cinco años del siglo, esas perspectivas podrían ser poco halagüeñas. Así, pues, el principal desafío que se plantea es el de lograr un ajuste de la oferta al nivel de la demanda proyectada. Como resultado de ello, CESP está procurando hallar los medios de aumentar el suministro local de energía, entre los cuales merecen destacarse los siguientes:

- estímulo a la industria para que utilice gas natural;
- construcción de centrales hidroeléctricas pequeñas y medianas para que aprovechen más el potencial hidroeléctrico de que aún dispone São Paulo;
- establecimiento de nuevas instalaciones termoeléctricas que puedan entrar en servicio en un plazo relativamente corto;
- estímulo a programas de conservación de la energía;
- investigación de nuevas fuentes de energía.

De conformidad con esos objetivos, CESP está concluyendo los trabajos de diseño de dos centrales termoeléctricas cuya producción total será de 950 MW, así como estudios y diseños para el desarrollo del potencial hidroeléctrico que aún posee el citado Estado, y que se estima en 2.000 MW. Ese potencial lo constituyen 24 centrales pequeñas y medianas con instalaciones productoras de energía eléctrica cuyas capacidades varían considerablemente (de 0,5 a 50 MW).

2.3.1 Problemas ambientales: orígenes y evolución

El complejo de centrales hidroeléctricas de CESP está asociado a la creación de grandes lagos artificiales, que, junto con los que hay en construcción, cubrirán una superficie total superior a los 7.500 kilómetros cuadrados, con más de 15.000 kilómetros de contorno de la superficie del agua (es decir, dos veces la longitud total de la costa atlántica del Brasil).

Como resultado de ello, se está explotando casi todo el potencial hidroeléctrico del Estado, incluida la totalidad de los ríos principales de la región (Paraná, Paranapanema, Tietê, Grande, Pardo y la cuenca superior del Paraíba do Sul). Sólo queda por explotar un pequeño potencial, por lo que habrá que construirse a tal fin centrales pequeñas y medianas.

Este aprovechamiento hidroeléctrico ha determinado una modificación del curso de los ríos correspondientes en la mayor parte de su longitud, y ha afectado aún más a los ecosistemas, que ya habían sido profundamente modificados por la agricultura mecanizada, la urbanización y la industrialización.

Alrededor del 82% del Estado de São Paulo era originariamente selva tropical. Esta proporción es ahora de un simple 5%, corresponde en su mayor parte al cinturón costero y está clasificada como parques estatales, reservas forestales y estaciones de investigación ecológica. La deforestación

originada por la frontera agrícola en expansión fue sumamente intensa en la primera mitad del siglo XX, antes de que se construyeran las grandes centrales hidroeléctricas.

La construcción de centrales hidroeléctricas y la creación de pantanos provocan cambios ambientales a diferentes niveles. Hace años, la electricidad se consideraba una forma limpia de energía, y un elemento indispensable en la evolución de la sociedad industrial moderna. En la actualidad, es objeto de críticas por las diversas clases de impactos ambientales derivados de las fases de proyección y construcción de dichas centrales, así como durante su explotación.

En 1978 se estableció un Departamento de Recursos Naturales, denominado ahora Departamento de Medio Ambiente y de Recursos Naturales, con objeto de que elaborase y ejecutase los programas ambientales de la empresa. Inicialmente, se entendió la gestión de embalses como una serie de medidas encaminadas a contener y encauzar los cambios ambientales, a fin de garantizar un suministro de agua de la calidad y en la cantidad necesarias para la generación de electricidad. Esta actividad se basó, por tanto, en dos programas: uno de reparación de zonas deterioradas, y otro de repoblación forestal de orillas de embalses y de islas, a fin de combatir la erosión. Este programa también incluía la repoblación de embalses con peces recién avivados, a fin de compensar la grave perturbación de la población de peces provocada por los cambios de régimen de los ríos después de haberse construido presas a lo largo de su curso.

Se iniciaron los trabajos para la creación de cinco viveros forestales -con una producción de más de dos millones anuales de plantitas de semilla de especies arbóreas indígenas- para poder suministrarlas en virtud de los programas de repoblación forestal. En los últimos doce años, sin embargo, lo que empezó como un esfuerzo por repoblar zonas deterioradas -por la eliminación de su cubierta forestal para utilizarlas como zanjas de préstamos de las que pudieran retirarse tierra para las presas en construcción- se ha convertido en un programa mucho más ambicioso. Este programa comprende cientos de especies arbóreas indígenas que se plantan para combatir la erosión, desarrollar, proteger y sostener la fauna terrestre y acuática, garantizar la supervivencia de especies amenazadas de extinción, y crear zonas de recreo.

De todas las consecuencias negativas de la construcción de centrales hidroeléctricas en São Paulo, las más evidentes son las que afectan a las poblaciones de peces. La construcción de una presa hace que un río se transforme en un vasto entorno léntico (es decir, de agua quieta), impidiendo con ello la supervivencia de especies anádromas que han de emigrar corriente arriba para reproducirse.

En 1963 CHERP (Companhia Hidroelétrica do Rio Pardo), una de las cinco empresas de servicios públicos del Estado que se fusionaron para constituir la CESP en 1966. Sin embargo, en 1983 empezó a desarrollarse un nuevo y amplio programa para la conservación de las poblaciones de peces que supondría la producción de 11 millones de alevines anuales. Este nuevo programa, concebido para la reproducción de especies autóctonas y alóctonas en embalses, comprende estudios de la reproducción de especies indígenas en cautividad, limnología

y biología de los peces, control de pesquerías, caracterización de tributarios (afluentes), y otras formas de investigación y control encaminados a mantener y, si es posible aumentar, la población de peces en los pantanos.

Se han elaborado nuevos conceptos relativos a la protección y conservación del medio ambiente, y ello con la finalidad de:

- mantener y aumentar la calidad, la cantidad y la regularidad del agua en los embalses;
- promover la conservación del suelo en las orillas de los embalses y en las cuencas hidrográficas tributarias de ellos;
- ayudar a conservar y a enriquecer la diversidad genética de la zona de influencia del embalse.

La protección y la conservación del medio ambiente es algo que preocupa de modo constante en todos los aspectos operativos, desde la construcción de la presa y de la central eléctrica hasta la instalación de la línea de transporte de energía. Se han obtenido resultados muy satisfactorios, con el fomento de la sensibilización ambiental en la industria eléctrica del Brasil, así como logros sin precedentes en varias esferas, por ejemplo:

- repoblación forestal;
- piscicultura;
- rehabilitación de zonas deterioradas;
- ordenación de la fauna y la flora silvestres;
- educación ambiental;
- preparación de estudios e informes sobre el impacto ambiental.

2.3.2 Estrategias y medidas adoptadas

En la actualidad, en ningún proyecto de generación de energía eléctrica puede omitirse el cálculo de los costos ambientales, además de tener en cuenta los problemas técnicos y financieros que entrañe su ejecución. En toda democracia, la cuestión de los costos ambientales debe discutirse exhaustivamente con la sociedad, en cuyo nombre se lleva a cabo el desarrollo y que, en definitiva será quien haya de pagar la factura. Se ha procurado hacer comprender que los proyectos de generación de energía eléctrica no sólo deben beneficiar a los consumidores en gran escala, que por lo común están ubicados muy lejos de la propia explotación hidroeléctrica. Es un error que a las regiones en que se construyen grandes embalses se les haga sufrir los perjuicios, y padecer los problemas, originados por los cambios provocados en el medio ambiente y sin contrapartida alguna.

Los programas de conservación están concebidos para lograr que los recursos públicos utilizados en el desarrollo del sistema de generación de energía eléctrica contribuyan a crear una relación costo-beneficio óptima. En los nuevos proyectos deben tenerse en cuenta las características peculiares de

cada región, y darse prioridad a criterios éticos al ordenar las relaciones entre las comunidades humanas y su medio ambiente natural. Respecto a la utilización de embalses, el objetivo central es ampliar el concepto de proyecto de desarrollo hidroeléctrico haciéndolo extensivo al de proyecto de desarrollo regional. Esto presupone la plena participación de la sociedad en todas las etapas de desarrollo de los proyectos, especialmente en el caso de programas para la utilización múltiple de embalses.

Esta política se aplica de conformidad con las siguientes directrices:

- promoción de medidas orientadas al desarrollo regional y a la ordenación de recursos naturales integrada, en colaboración con movimientos y grupos organizados, así como con instituciones públicas;
- realización de estudios para determinar el alcance de la responsabilidad de la empresa con respecto a las repercusiones ambientales y socioeconómicas de sus proyectos;
- promoción de medidas para posibilitar la rehabilitación de zonas afectadas por proyectos y la conservación del medio ambiente en tales zonas;
- creación de vínculos con organismos reguladores controlados por el Estado y por gobiernos federales, a fin de participar en la elaboración y aplicación de normas encaminadas a regular las actividades de terceros en zonas pertenecientes a la CESP.

Aunque muchos proyectos se iniciaron antes de que en el Brasil entrara en vigor la legislación sobre el medio ambiente, aún es obligatorio tener aprobados los respectivos estudios sobre el impacto ambiental para poder obtener una licencia de explotación. Por primera vez, CESP se vio obligada a celebrar una audiencia pública como parte del proceso de concesión de licencia al proyecto de Três Irmãos. En dicha audiencia, se celebraron discusiones con las comunidades de las zonas de influencia, con grupos ecológicos, y con otros representantes de la sociedad, sobre el impacto ambiental del embalse. La cuestión a discutir no era si debía o no construirse la central, pues ésta se encontraba ya en la fase de terminación, sino el impacto ambiental y las formas de atenuarlo.

La explotación hidroeléctrica de Três Irmãos, con una capacidad instalada de 1.293 MW y un embalse con una extensión de 70.000 hectáreas, constituye, pues, un caso interesante que merece estudiarse. Esta última central hidroeléctrica, establecida en el río Tietê, se concibió originariamente en el decenio de 1970, en una época en que en el Brasil no se prestaba la menor atención a los problemas ambientales. Por ello, no fue posible imputar el costo ambiental del proyecto ni discutir, con las comunidades afectadas, su verdadera relación costo-beneficio. Sin embargo, el examen de las repercusiones ambientales y socioeconómicas del proyecto, exigido por las normas estipuladas para poder obtener una licencia de explotación, tuvo lugar al situarse las cuestiones ambientales en el primer plano de la atención pública, especialmente en el Estado de São Paulo. Esto obligó a la CESP a intensificar y ampliar sus planes para atenuar los efectos del proyecto, a retrasar el plazo de terminación con objeto de poner en marcha esos

programas ambientales, y, lo más importante, a reconocer la fuerza de las comunidades afectadas, así como la solidez de sus argumentos. Por último, la empresa asumió toda la responsabilidad por cualesquiera daños ambientales que el proyecto ocasionara.

Los programas de control ambiental y de usos múltiples ejecutados en Três Irmãos son los siguientes:

- Rehabilitación de zonas deterioradas
- Eliminación de árboles y arbustos del embalse
- Salvaguardias para la población
- Salvamento y traslado de fauna
- Unidades de conservación de la fauna y la flora
- Ordenamiento de especies amenazadas
- Repoblación forestal ciliar y en reconstitución de bosques indígenas
- Vigilancia del medio ambiente acuático
- Control sanitario
- Conservación y salvamento del patrimonio arqueológico
- Ocio y recreo
- Explotación de centrales hidroeléctricas
- Conservación de las poblaciones de peces
- Repoblación forestal
- Ordenamiento de la fauna y de la flora silvestres
- Educación ambiental y comunicación social.

2.3.3 Lecciones y perspectivas

Tras la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo del 5 al 16 de junio de 1972, se aceptó en general que la conservación es una condición previa del desarrollo. Como la cuestión de la energía está estrechamente vinculada a la del modelo de desarrollo, en la primera mitad del decenio de 1970, en la industria eléctrica del Brasil empezó a discutirse un nuevo enfoque, racional e integrado, de la planificación que combinara el desarrollo con la protección ambiental y el mejoramiento de la calidad de vida.

CESP fue la primera empresa de producción de energía eléctrica del Brasil que institucionalizó la adopción de medidas ambientales, creando a tal fin, en 1978, su Departamento de Recursos Naturales, precisamente cuando se

iniciaba el debate público sobre la función que correspondía a las empresas estatales. Una cuestión importante, objeto de debate, fue la democratización de los usos de la electricidad, y se procuró hallar los medios de facilitar el acceso a este insumo y de permitir a la población afectada que participase en las decisiones sobre tales situaciones. También era esa una época en que la idea de que las empresas de producción de energía eléctrica eran responsables de los impactos ambientales se estaba transmutando en la idea de que a dichas empresas les correspondían ayudar a promover el desarrollo regional.

Otro punto digno de destacar es que la empresa efectuó importantes inversiones en capacitación y contratación de personal ambientalista calificado: más de 80 graduados universitarios (ingenieros forestales, agrónomos, biólogos, veterinarios, técnicos en zootecnia, geógrafos, etc.), así como en la celebración de cursos y en el envío de cursillistas a universidades e instituciones de investigación. El entusiasmo de esos técnicos en un momento en que las cuestiones ambientales aún no estaban de moda, en unión de su respeto por las empresas estatales como organizaciones públicas, fue fundamental para el desarrollo, el éxito, y el reconocimiento, de los programas de protección del medio ambiente de la CESP. En la actualidad, el Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la empresa está en condiciones de adoptar una actitud independiente, tras discutir con el sector de ingeniería la cuestión del impacto ambiental de propuestas explotaciones de energía eléctrica, y de proponer modificaciones de proyectos siempre que ello sea necesario.

El hecho de que la CESP opere en el Estado de São Paulo también es importante, pues ésta es la parte del país social y económicamente más desarrollada, razón por la cual su población es la más exigente; en dicho Estado también se realizan más actividades de investigación y desarrollo tecnológicos; por otro lado, la empresa está ubicada cerca de universidades y de instituciones de investigación que son fuentes importantes de conocimientos y de innovación tecnológica.

2.4 Productos químicos y fabricación de acero: el caso de Cubatão

El complejo industrial de Cubatão se encuentra en la zona de Baixada Santista. Geográficamente, está situado en la estrecha faja de suelo residual en la llanura costera, entre el estuario-laguna del Río Cubatão y la vertiente de Serra do Mar (sierra frente a la costa), a 800 metros sobre el nivel del mar. En las tierras altas se encuentra la zona metropolitana de São Paulo, con una población de 17,4 millones de habitantes y una extensión de 7.951 kilómetros cuadrados, y que contribuye con un 25% a la renta nacional del Brasil. Las cifras correspondientes al Estado de São Paulo son las siguientes: 27 millones de habitantes y el 46% de la renta nacional del Brasil. Cubatão se encuentra en la parte posterior de Bahía de Santos, que es el mayor puerto brasileño y el principal puerto por el que entran y salen los productos del Estado.

La existencia de una central hidroeléctrica de 1.000 MGW, las dimensiones del puerto, el hecho de contar con las mejores infraestructuras terrestres (carreteras y ferrocarriles) del país, y la proximidad del mayor mercado laboral de mano de obra especializada, fueron los principales factores que propiciaron la construcción del complejo industrial de Cubatão en los decenios de 1960 y 1970.

Las plantas industriales están ubicadas en tres zonas colindantes, y se caracterizan por su naturaleza y su situación geográfica, así como por los distintos tipos de industrias que representan.

El complejo petroquímico es el más antiguo, pues se originó en la Refinería Presidente Bernardes, perteneciente a la Compañía Estatal Petrobrás -Petróleo Brasileiro S.A.-, situada junto a la zona urbana de Cubatão e integrada por la Refinería propiamente dicha y por 16 industrias petroquímicas que son empresas privadas, nacionales y multinacionales. Existe además el complejo siderúrgico, con dos altos hornos y dos acerías (una de ellas para la fundición continua de lingotes), que fabrica chapas de acero con una producción anual de aproximadamente 3.900.000 toneladas. El complejo pertenece a la empresa estatal COSIPA (Companhia Siderúrgica Paulista). El tercer complejo es el de fertilizantes; su núcleo es la empresa estatal Ultrafertil S.A., empresa subsidiaria controlada por Petrobrás. Este grupo está formado por otras seis empresas privadas, nacionales y multinacionales.

Los complejos siderúrgico y de fertilizantes están ubicados en zonas contiguas, en Piassaguera, en la parte inferior del río Mogi, separados físicamente de Cubatão por un paso entre Serra do Mar y la montaña de Areais, aunque sólo se hallan a dos millas del centro de la ciudad. Junto al complejo de fertilizantes hay una fábrica de cemento, y junto al complejo petroquímico, una fábrica de papel y dos plantas de hormigón.

Debido a los factores geográficos mencionados, los tres complejos tienen efectos directos distintos para la ciudad de Cubatão, que sólo sufre la contaminación atmosférica originada por el complejo petroquímico. Los complejos siderúrgico y de fertilizantes sólo afectan indirectamente a Cubatão, pues los ríos Mogi y Cubatão, entre otros, pertenecen al mismo sistema del estuario-laguna. En el emplazamiento de los complejos siderúrgico y de fertilizantes (Piassaguera) se encuentra Vila Parisi, lugar de 5.000 habitantes donde residen trabajadores. Este lugar sufrió las consecuencias directas de la contaminación ocasionada por ambos complejos.

2.4.1 Problemas ambientales

Las industrias de Cubatão se establecieron en una época en que no se exigían permisos ni se hacían estudios sobre el impacto ambiental; por esta razón, no se adoptaron medidas preventivas ni correctoras frente a los efectos de la contaminación.

Las consecuencias fueron desastrosas: quien pasara por Cubatão en dirección a Guarujá, Santos, o a cualquier otra ciudad de la zona, podía percatarse, por la vista o el olfato, de los efectos nocivos de los contaminantes generados por esas industrias. La atmósfera estaba permanentemente contaminada por un "smog" seco, y de las industrias y montañas sólo se distinguían oscuras siluetas en el aire gris y sucio. El olor que despedían los hidrocarburos, el amoníaco, y otros contaminantes, hacían aún más sofocante el ambiente. El agua de los arroyos antes clara y cristalina a sólo pocas millas corriente arriba, se había convertido en una espuma oscura y pegajosa. Se arrojaban al suelo residuos sólidos, líquidos, viscosos, tóxicos e inertes que afeaban el paisaje y comprometían la utilización de vastas zonas destinadas a fines urbanos, recreativas e incluso industriales. Por si ello fuera poco, las aguas residuales del Área Metropolitana de

Sao Paulo, en el altiplano, vierten al río Cubatão después de pasar por la central hidroeléctrica Henry Border y de ser sometidas a un tratamiento parcial de autodepuración en el depósito de Billings.

El CETESB (Organismo para la Protección del Medio Ambiente), entidad del Estado de São Paulo que se viene ocupando desde 1970 de los problemas que plantea la lucha contra la contaminación, recibió el encargo de realizar un programa de control de la contaminación en Cubatão. Mediante sucesivas reevaluaciones de su estructura (1973 y 1975) y la publicación en São Paulo de legislación sobre el medio ambiente (Ley 997/76 y Ley 5468/76), el CETESB fue una entidad pionera en el proceso de capacitación de personal y en la iniciación de acciones legales para proteger el medio ambiente. Según las prioridades, se hizo especial hincapié en las medidas de lucha contra la contaminación industrial.

En su primera fase, el programa ambiental de Cubatão detectó 320 fuentes de contaminación (230 del aire, 44 del agua y 46 del suelo). Estas fuentes de contaminación provocaban una intensa degradación del medio ambiente. En el caso de Cubatão, la voluntad política, la capacidad técnica, y la competencia en la gestión, eran medios necesarios para promover la recuperación y la protección del medio ambiente.

2.4.1.1 Contaminación atmosférica

Entre las fuentes de contaminación atmosférica cabe destacar las siguientes:

1. Materia particulada, generada principalmente por las industrias de fertilizantes y siderúrgicas; a ello hay que añadir la formación secundaria de sulfatos mediante la reacción en la atmósfera con compuestos de azufre y otros gases. Las partículas de mayor tamaño estaban formadas por óxidos de hierro, fosforita, cal, hidrocarburos no quemados totalmente, negro de carbón. Las partículas de menor tamaño, que aún son más nocivas para el aparato respiratorio del hombre y de los animales, eran los sulfatos, causantes del aspecto brumoso del paisaje.
2. Fluoruros, que eran contaminantes típicos derivados de la industria de los fertilizantes, y emitidos en forma de materia particulada y gases. Eran considerados los principales agentes fitotóxicos, responsables de la destrucción de la exuberante vegetación húmeda del bosque tropical a lo largo de la vertiente de la sierra. Debido a la falta de cubierta vegetal, las fuertes lluvias caídas en enero de 1935 provocaron desprendimientos de tierras en la sierra, con lo que toda la zona vivió una situación de emergencia.
3. Amoníaco, cuyas emisiones procedían principalmente de la industria de los fertilizantes y motivaban frecuentes quejas de los habitantes de Cubatão y de Vila Parisi. En combinación con los olores de hidrocarburos, principalmente mercaptanos, el amoníaco produce un olor sumamente desagradable. Por su alta reactividad, el amoníaco participaba en una serie de reacciones secundarias en la atmósfera, especialmente en la formación de sulfato de amónico. Los estudios de aerosoles llevados a cabo en Cubatão con un modelo de receptor mostraron una gran incidencia de sulfato de amónico en forma de partículas finas (2,5 micras), tanto en Vila Parisi como en el centro de Cubatão. En enero de 1985, los

desprendimientos de tierra causaron la rotura del conducto de amoníaco, y hubo que interrumpir parcialmente las actividades industriales y evacuar a la población de Vila Parisi.

4. Hidrocarburos, cuyo inventario demostró que, en julio de 1984, la emisión total era del orden de 90 t/d. La emisión más importante, procedente del complejo petroquímico, se registraba en el centro de Cubatão. Los hidrocarburos combinados con los óxidos de nitrógeno formaban oxidantes fotoquímicos mediante reacciones secundarias en la atmósfera. Es sabido que el nitrato de peroxiacetilo (PAN) y el ozono troposférico (O₃) son fitotóxicos e irritan las mucosas. Los efectos fitotóxicos primarios y secundarios de los hidrocarburos eran evidentes en la destrucción de la vegetación de Serra do Mar, a lo largo de la carretera "Caminho do Mar", en la parte posterior de la refinería.

5. Oxidos de nitrógeno, cuyas emisiones se han estimado en 61 t/d, y que procedían de dos fuentes principales: los productos de la combustión en hornos, calderas y motores y los productos de la elaboración industrial en fábricas de fertilizantes. Como estos óxidos eran responsables de la formación de ozono troposférico, en Cubatão se consideraban, junto con los fluoruros, como contaminantes muy nocivos desde el punto de vista de la fitotoxicidad. Como es prácticamente imposible conseguir reducciones importantes de las emisiones de óxidos de nitrógeno procedentes de las combustiones, se sometieron a un estricto control las emisiones de los procesos industriales. Los óxidos de nitrógeno eran también responsables, junto con otros contaminantes, de la lluvia ácida, pues al entrar en contacto con la humedad atmosférica formaban ácido nítrico.

6. Oxidos de azufre, cuyas emisiones procedían del consumo de combustibles fósiles que contienen azufre y de las fábricas de ácido sulfúrico, materia prima básica para las fábricas de fertilizantes. La fosforita es atacada por el ácido sulfúrico al comienzo del proceso. Al principio, las emisiones de óxidos de azufre se reducían sustituyendo los combustibles con alto contenido en azufre (más del 5%) por otros de bajo contenido (1,5%). El contenido en óxidos de azufre de la atmósfera de Cubatão quedaba enmascarado por la rápida reacción con el amoníaco (con el que formaban sulfato de amónico); ello explica por qué el contenido real detectado en el medio ambiente no coincidía con las cifras obtenidas en las fuentes de emisión. Las cantidades de óxidos de azufre presentes en la atmósfera aparecían inferiores a las realmente emitidas. En julio de 1984, cuando se utilizaba un combustible con bajo contenido en azufre, las emisiones reales eran de 78,4 t/d.

7. Otros contaminantes, además de los ya mencionados, eran: las emisiones de cloro, que destruían la vegetación en Morro dos Areais; las emisiones de monóxido de carbono, reciclado posteriormente como combustible; las emisiones de benceno que provocaron un caso grave de leucopenia (hipoleucemia) en la planta siderúrgica; y, por supuesto, emisiones de dióxido de carbono, un gas que si bien no era considerado contaminante por ninguna legislación, se ha convertido en un problema mundial por ser responsable en un 50% del efecto de invernadero.

2.4.1.2 Contaminación del agua

Los parámetros ambientales del agua analizados durante el programa de control, y que figuran entre los más importantes, son: el pH, el oxígeno disuelto, la demanda bioquímica de oxígeno, el total de nitrógeno, el nitrógeno amoniacal, el total de fósforo, el mercurio, los fenoles y los bacilos coliformes fecales. Se determinaron las fuentes de contaminación industrial del agua y se hizo una lista de contaminantes que debían eliminarse de los residuos mediante tratamiento. Se determinaron 44 fuentes de contaminación y se fijaron plazos para la aplicación de programas de lucha contra la contaminación. De conformidad con la ley, se procedió al tratamiento de residuos con respecto a los siguientes parámetros: la demanda bioquímica de oxígeno, los sólidos sedimentales, los aceites y grasas, los fenoles, los disolventes, los metales pesados, las aguas amoniacales, los organoclorados, el cloro y los fluoruros en las industrias de fertilizantes y los óxidos de hierro en las acerías.

El programa incluía asimismo el sistema de recogida, canalización y tratamiento de los residuos de la ciudad de Cubatão, puesto en marcha por el SABESP, organismo estatal con funciones sanitarias básicas en el municipio.

2.4.1.3 Contaminación del suelo

Los contaminantes del suelo son principalmente residuos sólidos y viscosos; en ocasiones pueden ser líquidos e incluso gaseosos. Los 46 contaminantes de este tipo son originados por las industrias transformadoras, las industrias con características domésticas (restaurantes y oficinas) y las ciudades (residuos urbanos). Dentro de esta categoría se identificaron innumerables problemas de residuos (incluidos los residuos peligrosos), como los alquitranes, los residuos de los tanques de combustible, los residuos de catalizadores, los sedimentos o lodos de las plantas de tratamiento de aguas, los polvos de filtros electrostáticos, de bolsa y de ciclón, la escoria, el yeso, los residuos de la industria química, incluidos los organoclorados y los residuos que contienen metales pesados. Con respecto a la contaminación por residuos sólidos se dio un caso sin precedentes cuando varios lugares de Baixada Santista resultaron contaminados por pentaclorinefenato sódico, hexaclorobenceno y restos de dioxina, entre otros compuestos. Sólo la solución de este problema supuso a la empresa sucesora de la que causó el daño ambiental un desembolso equivalente a 50 millones de dólares, es decir, una suma 10 veces superior al valor de la planta.

El gobierno municipal de Cubatão estableció un vertedero en Areais para la evacuación de residuos industriales con características análogas a las de los desechos domésticos. El vertedero dispone de un sistema de tratamiento de aguas de infiltración consistente en estanques de estabilización en serie. Su capacidad de funcionamiento es bastante razonable. También funciona con buenos resultados un incinerador para residuos de hospitales.

2.4.2 La interacción de los contaminantes con el medio ambiente

La interacción entre los contaminantes emitidos y las características del medio ambiente puede determinar un aumento o una reducción de sus efectos. En el caso de Cubatão, estos factores, que a continuación se examinan, agravan enormemente la situación.

1. Los factores atmosféricos. El macizo de Serra do Mar, de 700 metros de altitud, situado en las cercanías de las plantas industriales, causa en invierno inversiones térmicas y períodos sin viento que dificultan la dispersión de los contaminantes. Así pues, los niveles de contaminación, principalmente con respecto a materia particulada o en suspensión y ozono, rebasan con mucho los límites y agravan las enfermedades respiratorias. Este aspecto concreto motivó la formulación de un plan de emergencia para situaciones de alta contaminación atmosférica, estructurado en tres fases: atención, alerta y emergencia. Este plan de emergencia se aplicó varias veces, causando interrupciones parciales o totales de la actividad de las industrias contaminadoras que provocaron situaciones críticas. Las pérdidas que esas interrupciones ocasionaron a las industrias (interrupciones de 20 a 30 horas), junto con otros factores de la metodología de programas, influyeron en las decisiones administrativas de introducir sistemas de control. Durante el día, los vientos suelen soplar de Vila Parisi y del centro de Cubatão hacia las industrias. Por la noche, en cambio, lo hacen en dirección opuesta, afectando más a las personas en sus hogares, con una circunstancia agravante: la propia noche. A medida que la contaminación se intensifica durante la noche, se produce un fenómeno de angustia colectiva que lleva al pánico.

En contraste con los períodos sin viento, frecuentes en Cubatão, se producen fuertes vientos que transportan el polvo depositado en los pavimentos, tejados y terrenos no utilizados, con lo que se elevan repentinamente los niveles de partículas en el aire. Algunas veces se han declarado los estados de alerta y de emergencia por estas razones. En tales casos, de nada servía interrumpir el funcionamiento de las plantas industriales, pues la causa principal del fenómeno era el fuerte viento, como registraron los monitores automáticos. Tras alcanzar altos valores, este viento suele amainar rápidamente.

2. Las condiciones hidráulicas. La proximidad de los estuarios de los ríos Cubatão, Perequê, Mogi y Quilombo entraña una serie de dificultades desde el punto de vista ambiental, tanto para los ecosistemas como para las industrias. La pronunciada variación de las mareas sicigias puede hacer que el agua del mar llegue hasta la cuenca de alimentación de agua para la planta siderúrgica. Los contaminantes vertidos en el agua se sedimentan porque la velocidad de la corriente disminuye al cambiar la marea; ello pone en peligro extensos manglares, y a veces los daños son irremediables.

El mangle desempeña una función ecológica muy importante, porque en él tiene lugar la transición entre la biología del agua dulce y la biología del agua salada. El mangle es el último eslabón de la cadena alimentaria continental y el primero de la marina.

3. Las condiciones morfológicas y cualitativas del suelo. El complejo industrial de Cubatão ha contribuido a la evolución demográfica y urbana de la zona y de Baixada Santista. A causa de ello se han ocupado legalmente casi todos los lugares, quedando excluidos de la ocupación urbana la sierra, sus laderas y las zonas de mangles, debido a la prohibición legal de aprobar la división oficial de tierras en parcelas. Estas zonas han acabado siendo ocupadas por tugurios y se han dividido clandestinamente las tierras en solares (en este caso, terrenos destinados a construir en ellos), lo cual es sumamente perjudicial para estos ecosistemas.

La contaminación atmosférica destruyó la capa vegetal de la sierra y grandes árboles. Debido a la descomposición orgánica de las raíces, se está perdiendo la textura radial que asegura la estabilidad del suelo en las laderas. Durante las fuertes lluvias caídas en enero de 1985, se produjeron fuertes desprendimientos de tierra en las laderas de la sierra, y que fueron un aviso del desastre que podría sobrevenir.

2.4.3 Estrategias y medidas

Los problemas de contaminación industrial de Cubatão y sus consecuencias dejaron de ser un asunto interno del Brasil y la prensa mundial se hizo eco de ellos. Los problemas ambientales de Cubatão eran tales que empezó a decirse -con evidente exageración- que era la ciudad más contaminada del mundo. Exageraciones aparte, los problemas eran graves y había que solucionarlos.

En 1983, al reinstaurarse la democracia en el Brasil, el primer gobernador elegido, el senador Franco Montoro, prometió, al asumir su cargo, resolver las cuestiones ambientales, entre otros problemas que figuraban en su programa político. El CETESB (Organismo Estatal de Protección del Medio Ambiente) empezó siendo administrado por una junta directiva, integrada por expertos en la materia. La Junta como tarea especial, se impuso, la solución del problema de Cubatão, al que concedió máxima prioridad. Había voluntad política, y con ello se cumplía el requisito más importante para resolver el problema.

Durante la semana en que entró en funciones el nuevo gobierno, la Junta Directiva del CETESB se desplazó a Cubatão para informar al alcalde y a los concejales de la prioridad que el gobierno había dado al problema.

A partir de entonces se adoptaron las siguientes medidas técnicas y administrativas:

1. Se dotó de una nueva estructura a la oficina regional del CETESB en Cubatão incorporando a su plantilla profesionales con experiencia en otras secciones del organismo.
2. Se realizó un minucioso estudio de todas las fuentes de contaminación situadas en todas las zonas y en todas las plantas (más de 100), agrupadas en 29 empresas, y se estableció un "Registro e Inventario de Fuentes de Contaminación".
3. Se instaló un tercer monitor de la calidad del aire, todos ellos automáticos y conectados a la red telemétrica de la sede del CETESB en São Paulo; se instalaron también dos laboratorios móviles para detectar emisiones específicas y realizar diversos estudios.
4. Se facilitó un vehículo especialmente equipado para operar en situaciones de emergencia, a cargo de personal capacitado en el Brasil y en el extranjero.
5. Se cambió la posición del radar acústico, de São Paulo a Cubatão, para determinar, medir y registrar inversiones térmicas.

6. Se instaló en São Paulo, una estación central meteorológica equipada con antenas parabólicas, en conexión directa, mediante telefax, con los satélites GOES y METEOSAT y con los radares meteorológicos de Bauru, São Roque y Ponte Nova, así como sistemas de radio y telecomunicaciones con el COMDEC (Comité Municipal de Defensa Civil) de Cubatão, reorganizado y reequipado por el Ayuntamiento de la localidad.
7. Se instaló un modelo de dispersión en el valle de la contaminación del aire para determinar la naturaleza de las emisiones de partículas, de modo que pudieran identificarse sus fuentes.
8. Se instalaron globos cautivos, de común acuerdo con la Universidad de São Paulo, para la recogida de muestras de aire y la realización de estudios sobre corrientes de aire en el centro de Cubatão y en las cuencas del Piassaguera.
9. Se instaló una batería de monitores manuales en Serra do Mar para determinar los contaminantes responsables de la fitotoxicidad que afecta a la cubierta vegetal.
10. Se realizaron estudios sobre la alteración de suelos en Serra do Mar comparando el suelo del valle del Mogi (alterado) con el del vecino valle del Quilombo (no alterado).
11. Se realizaron estudios toxicopidemiológicos sobre los efectos de la contaminación química en la salud de la población.
12. Se hizo una evaluación toxicológica del grado de exposición, de la población infantil, a contaminantes del medio ambiente.
13. Se hizo una caracterización química del agua de lluvia.
14. Se hizo una evaluación de la toxicidad del agua, de los sedimentos de los ríos y de los efluentes industriales.
15. Se aplicó el plan de emergencia para situaciones críticas de contaminación atmosférica, consistente en una serie de medidas detalladas para cada tipo de situación: estados de atención, alerta y emergencia, declarados en función de las muestras obtenidas por muestreo automático y transmitidas teleméricamente a la sede de São Paulo; las muestras se recibían cada minuto y se procesaban cada hora, lo cual hacía posible tomar decisiones rápidas.
16. Se determinaron las tendencias de la calidad del aire para períodos no ordinarios de exposición a partículas, a dióxido de azufre y a fluoruros, que caracterizaban las condiciones ambientales de Cubatão.
17. Se realizaron estudios sobre el origen y la formación de oxidantes fotoquímicos para detectar el fenómeno basado en los contaminantes primarios (óxidos de nitrógeno e hidrocarburos).
18. Se realizó un estudio sobre la distribución de dióxido de azufre en la atmósfera y se trazó un mapa basado en los 29 puntos de muestreo diseminados por la zona de Cubatão.

19. Mediante un laboratorio móvil, se hizo una evaluación de la calidad del aire en el valle del río Quilombo con fines comparativos, habida cuenta de la proximidad física de ese valle al río Mogi y de la inexistencia, en dicho valle, de nubes contaminantes de origen industrial.

20. Se hizo una evaluación de los peligros ambientales y se adoptaron medidas de control, en vista de que cerca de las zonas habitadas el alto potencial de contaminación es elevado.

21. Se estudió la distribución de dióxido de nitrógeno y de fluoruros gaseosos en 25 puntos de la localidad.

22. Se realizaron estudios sobre la presencia de amoníaco en la atmósfera de Cubatão.

23. Se desarrollaron planes de emergencia para prevenir los desprendimientos de tierras en las laderas. Se trataba de una propuesta conjunta del IPT (Instituto de Investigaciones Tecnológicas), del CETESB y del DAEE (Departamento de Aguas y Energía Eléctrica), con miras a proteger directamente las plantas industriales de la zona contra los efectos de una posible corriente fangosa, e indirectamente a la población contra las consecuencias que podría tener una catástrofe ocurrida en las fábricas para las zonas urbanas circundantes. Los planes de emergencia perseguían los siguientes objetivos:

- aumentar las medidas de seguridad contra los accidentes originados por tierras que, tras desprenderse de las laderas, llegaran a las plantas industriales en forma de "corrientes fangosas". Para ello, habría que detener parcialmente dichas corrientes y desviar o reducir su energía cinética interponiendo nueve muros y tres diques de piedra de gavión en las partes inferiores de la ladera a lo largo del sistema de drenaje, y construir un dique de yeso de 1,30 m de altura (130 m de longitud, 15 m en la base y 13 m de altura) para proteger el tanque principal de amoníaco en el complejo de fertilizantes;
- reducir la tasa de atarquinamiento en los principales sistemas de drenaje de la zona reteniendo el material sólido en los muros construidos principalmente a lo largo del río Mogi;
- minimizar las inundaciones dragando (preventivamente y correctivamente) los principales sistemas de drenaje (ríos Mogi, Perequê, Cubatão y Piassaguera);
- equipar los muros de la ladera con instrumentos que permitan controlar y evaluar continuamente los riesgos durante las lluvias;
- adoptar medidas para prevenir el escape de líquidos, diseñando y protegiendo debidamente los conductos y depósitos o utilizándolos en función de los peligros, e incluso cerrando algunas unidades que corran grave peligro durante los períodos estivales de lluvias intensas;
- construir muros de protección y canalizar los arroyos que discurren por los terrenos de la refinería;

- estudiar medidas para reorganizar las zonas habitadas en las cercanías de las plantas industriales, sobre todo en Vila Parisi. El Ayuntamiento de Cubatão procedió a ello mediante un ambicioso programa de construcción de viviendas denominado "Vila Nova República";
- luchar contra los efectos de la erosión superficial en las zonas afectadas por desprendimientos de tierras plantando especies vegetales bajo la orientación técnica del Instituto Botánico y con recursos financieros aportados por las industrias.

24. Se aplicó el programa de lucha contra la contaminación en 320 fuentes de contaminación (230 del aire, 44 del agua y 46 del suelo), mediante una metodología transparente y de participación que se describe más adelante bajo un título especial.

25. Se complementó el programa con un proyecto de educación sobre el medio ambiente y con participación comunitaria. En mayo de 1983 se iniciaron las actividades de educación ambiental y participación comunitaria celebrando entrevistas con los principales dirigentes políticos, comunitarios y sindicales de Cubatão.

La planificación de las medidas y objetivos del proyecto se definió a base de un diagnóstico de la realidad local y de un estudio sobre todos los aspectos sociales mencionados. En consecuencia, se transmitió a la población de Cubatão información sobre el medio ambiente con objeto de posibilitar su participación en los debates y de darle la oportunidad de presentar propuestas y decisiones al respecto. El CETESB también ha desarrollado algunos temas sobre educación ambiental en esferas sociales, a fin de organizar propuestas y medios para abordar y coordinar cuestiones ambientales. Estas cuestiones se plantearon durante los debates y reuniones en que participaron todos los sectores organizados de la comunidad.

La labor de investigación se llevó a cabo de julio a octubre de 1983 en 35 instituciones, y en noviembre y diciembre se sometieron los resultados a la consideración del Consejo Municipal. De diciembre de 1983 a mayo de 1984 se realizó una amplia encuesta entre las industrias de Cubatão para conocer su posición sobre problemas ambientales. Durante 1984 se recopilaron nuevos datos en 31 instituciones representativas de la comunidad que reclamaban una respuesta a los problemas sociales del municipio.

2.4.4 Los resultados de la empresa

Con la salvedad de alguna reacción contraria a la inspección, registrada a principios de 1984, y a la que el gobierno no respondió, debe reconocerse que, si bien los industriales no eran partidarios incondicionales del programa, colaboraron intensamente con él; prueba de ello es que en dos mandatos gubernamentales se lograron notables resultados en la lucha contra las fuentes de contaminación y en la reducción de las emisiones contaminadoras.

El Programa de Control Primario para la Recuperación de la Calidad del Medio Ambiente en Cubatão se ocupó del 90% de las fuentes de contaminación registradas, que son objeto de un debido control.

2.4.4.1 Contaminación atmosférica

Durante 1990 se llevó a cabo una reevaluación cuantitativa de los principales contaminantes generados por las industrias que participan en el Programa de Control.

Con la ejecución del Programa de Control no se eliminaron los contaminantes generados por las industrias, pero están controlados con las mejores tecnologías disponibles para cada caso, como filtros, depuradores de gases, precipitadores electrostáticos, etc. En consecuencia, se redujeron considerablemente los niveles anteriores de emisión de contaminantes, pero no se eliminaron del todo por no permitirlo la tecnología disponible. El amoníaco y los fluoruros son contaminantes típicos generados por la industria de los fertilizantes y revisten gran importancia desde el punto de vista de la cantidad, pero tienen como inconveniente su potencial de fitotoxicidad, perjudicial para la vegetación natural de Serra do Mar.

La materia particulada (polvos), principal contaminante (objeto de máxima prioridad) con una emisión total de 114.414,4 toneladas anuales en las principales fuentes de contaminación ha podido reducirse a un nivel global del 72,4%, lo que supone una carga total restante de 31.546 toneladas anuales.

El nivel total previsto de reducción primaria del polvo es del 93%, y la reducción de los 20,6 puntos restantes depende exclusivamente de que se disponga del equipo apropiado, del que carece COSIPA. En lo relativo a los óxidos de nitrógeno, sólo se preveía la reducción de las emisiones concentradas en las plantas de ácido nítrico Ultrafértil-PAPER y Ultrafértil-São Marcos.

Los hidrocarburos, el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, al nivel de emisión distribuido en la atmósfera, son el resultado de la combustión de fuelóleo en los procesos industriales. El Programa de Control trataba de reducir las emisiones concentradas de estos contaminantes.

Los hidrocarburos provenían de la refinería de petróleo y, por lo que respecta al dióxido de azufre, se había conseguido una reducción preliminar de 29.595 toneladas anuales gracias a la sustitución del fuelóleo con alto contenido de azufre por otro de bajo contenido. En consecuencia, la reducción obtenida en el programa se limitaba a las emisiones concentradas en las plantas de ácido sulfúrico pertenecientes a Ultrafértil-São Marcos y a Copebrás.

2.4.4.2 Contaminación del agua

Los principales contaminantes del agua controlados por el programa primario se calcularon por industrias en función de las cargas contaminantes evaluadas en 1984 y de las cargas restantes, cuantificadas durante ese año.

Las medidas técnicas adoptadas en virtud del Programa de Control permitieron reducir los contaminantes generados al nivel más bajo posible, habida cuenta de la tecnología existente y utilizable. Reaparecieron en el ecosistema numerosos peces y crustáceos, pero su consumo está sujeto a restricciones debido a la presencia de algunos contaminantes persistentes en la cadena biológica, principalmente procedentes de organismos bentónicos y de plancton contaminados.

El control primario tuvo éxito y logró reducir 23.689 toneladas anuales de varios contaminantes y 183.900 toneladas anuales de residuos sedimentables anteriormente vertidos en cursos de agua. En cuanto a la carga orgánica, que representaba el mayor potencial cuantitativo de contaminación en los procesos industriales, se han logrado reducciones considerables en cada industria.

2.4.4.3 Contaminación del suelo

Después de su recogida, los residuos domésticos sólidos se vierten en terrenos destinados a tal efecto. Los residuos de hospitales, de laboratorios y farmacéuticos son incinerados tras una recogida especial de los mismos. Estas operaciones son llevadas a cabo por el Ayuntamiento e inspeccionadas por el CETESB.

Los residuos industriales sólidos son tratados a nivel de programa de control y clasificados según su peligrosidad: inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad y patogenicidad. Con arreglo a las pautas existentes, los residuos sólidos se clasifican en tres categorías: Clase I - peligrosos, Clase II - no peligrosos y no inertes, y Clase III - inertes.

A lo largo del programa de control se han adoptado varias alternativas recomendadas por la tecnología mundial para el reciclaje y evacuación de residuos industriales sólidos, como los vertederos industriales, la encapsulación, el reciclaje, el tratamiento biológico y la incineración.

El primer objetivo era prohibir el vertido de residuos; en una segunda etapa se fomentaría al máximo el reciclaje, concretamente el de residuos generados por la propia industria o por un grupo de industrias, pues ésta es la mejor recomendación para el control de residuos industriales sólidos.

El reciclaje de residuos industriales había progresado notablemente en las industrias de fertilizantes, que incorporan incluso los lodos generados por los sistemas de tratamiento de residuos en el proceso de producción.

Por lo que respecta a las tecnologías de tratamiento y evacuación de residuos industriales, cabe destacar los métodos agrícolas de Petrobrás - RPBC y la incineración de organoclorados generados por Rhodia. Según los datos recopilados, COSIPA (acería) sigue produciendo un notable porcentaje de residuos industriales sólidos (860.438,1 toneladas vertidas anualmente en el suelo).

Para una reducción eficaz de los polvos fugaces, se pidió a cada una de las industrias de la zona, sobre todo en Vila Parisi, que realizaran planes tendientes a reducir al mínimo sus emisiones de polvo.

Los polvos fugaces provienen de la limpieza de carreteras pavimentadas, de las operaciones de pavimentación de las carreteras, de la permanente humidificación de las pilas o montones de materiales de pulverulento, de la aplicación de estabilizadores químicos al suelo para mantenerlo húmedo y del aumento progresivo de los cinturones verdes.

Por lo ya expuesto, puede verse que el Programa de Control Primario ha permitido combatir, el 90% de las fuentes registradas en un principio, y que en la actualidad están debidamente controladas. Entre las industrias registradas, COSIPA presentaba el mayor número de fuentes que debían

controlarse. A lo largo de todo el período del programa, la situación de COSIPA fue crítica a causa de una crisis todavía más grave que afectaba a la industria siderúrgica brasileña en su totalidad. Pese a la gran inversión hecha por COSIPA, la empresa aún precisa 30 millones de dólares para concluir la parte que le corresponde en el programa de lucha contra la contaminación del medio ambiente.

Es preciso, además de intensificar el control de los contaminantes ordinarios, empezar pronto a adoptar medidas contra la toxicidad de los efluentes industriales líquidos. Para minimizar los riesgos de accidentes ambientales, también es necesario realizar con prontitud una evaluación preliminar de los peligros que puede entrañar el estado de las plantas industriales y de los conductos y canalizaciones que discurren de las zonas urbanas.

2.5 Minería: el caso de la CVRD

La CVRD es una empresa estatal que fue fundada en 1942. Sus actividades abarcan la producción, el tratamiento, el beneficio, la manutención, el transporte y la comercialización de materias primas y bienes intermedios para la industria transformadora a nivel nacional e internacional. Debido a la ampliación de sus operaciones iniciales, la empresa lleva a cabo actividades derivadas de diversos sectores. Existen varias unidades comerciales integradas por empresas asociadas y filiales cuyas actividades se centran en el mineral de hierro, los gránulos, el manganeso, el oro, la bauxita, el aluminio, la madera y la pasta de papel.

Dentro del Brasil, la empresa desarrolla actividades en siete Estados: Pará, Maranhão (región del Amazonas), Bahía, Minas Gerais, Espírito Santo, Río de Janeiro (regiones del noreste y del sureste) y Mato Grosso (región central).

La CVRD ha crecido progresivamente gracias al aumento de la extracción de mineral de hierro, que ha propiciado la diversificación de actividades, principalmente en el sector de la mineralurgia. Esta diversificación de actividades tiene por objeto reducir la vulnerabilidad inherente a las inversiones basadas en un solo producto, que pese a ello generan recursos para nuevas inversiones.

La empresa opera en un mercado internacional sumamente competitivo en el sector de la minería. Así, la logística de la producción, que abarca la extracción, el transporte, el beneficio industrial y el envío del mineral, desempeña un papel importante, pues el bajo valor unitario del producto -el mineral de hierro- y la peculiar situación geográfica de la CVRD son factores totalmente desfavorables en comparación con los principales mercados de consumo, entre los que destaca el Japón. Habida cuenta de la ventaja competitiva de Australia y Africa debido a su situación geográfica, es importante señalar que la potencia comercial de la empresa ha radicado en la calidad y fiabilidad de su producción y del suministro de sus productos.

La empresa CVRD, que empezó fijándose una modesta meta de 1,5 millones de toneladas anuales, no alcanzada hasta 1952, ha afianzado su posición en los mercados nacional e internacional gracias al continuo aumento de su productividad y a sus persistentes esfuerzos en los planos tecnológico y comercial. La propia producción y las compras de mineral de hierro y de

gránulos alcanzaron en 1980 un volumen de 73,3 millones de toneladas; en 1985, esa cifra fue de 81,6 millones de toneladas, y en 1989 la producción alcanzó la importante cifra de 101,7 millones de toneladas.

Las actividades mineras requieren la existencia de una amplia red de infraestructuras, que comprenden la construcción de ferrocarriles y carreteras, el suministro de agua y electricidad, telecomunicaciones, etc., no sólo para que las minas puedan explotarse, sino también para estimular el progreso y el desarrollo en su entorno. Las inversiones en infraestructura, la investigación geológica y tecnológica, y las instalaciones mineras, requieren un gran volumen de recursos financieros, lo que hace que estas actividades entrañen elevados riesgos económicos.

2.5.1 Cuestiones ambientales: origen y evolución

La empresa estuvo operando en la zona minera del Brasil meridional desde el decenio de 1940 sin disponer de tecnologías ambientalmente inocuas. En dos decenios, la empresa consumió un volumen muy considerable de recursos naturales, y, durante ese período, sus instalaciones industriales estuvieron contaminando el ambiente. En 1956 se hizo un primer experimento en materia ambiental. La empresa adquirió terrenos de bosques en la región sudoriental atlántica del Brasil, concretamente en Linhares (Estado de Espírito Santo) con miras a extraer madera para traviesas de ferrocarril. Después de algunos años, la superficie de esos terrenos llegó a ser de 13.700 hectáreas de bosque natural, a las que se añadieron 8.000 hectáreas de bosque artificialmente repobladas, con lo que la superficie total de la unidad de conservación propiedad de la empresa alcanzó las 21.700 hectáreas.

En 1967, con el descubrimiento de Carajás, la CVRD inició sus actividades en el Amazonas. En el decenio de 1970 se realizaron obras socioeconómicas, ambientales y ecológicas, contratadas durante la fase de viabilidad del proyecto de Carajás. En ese mismo período, en el sistema meridional, representado por las minas del Estado de Minas Gerais y por la terminal portuaria de Tubarão, en el Estado de Espírito Santo, se obtuvieron los primeros éxitos en la obtención de productos económicos y en la estabilización de terraplenes, así como en el control de la contaminación a lo largo de la vía ferroviaria Vitória-Minas.

Con la decisión de construir Carajás en 1980, se adoptaron dos políticas: en primer lugar, se creó un órgano independiente de asesoramiento, conocido como GEAMAM (Grupo de Estudio y Asesoramiento sobre el Medio Ambiente), que se reúne para asesorar a los gerentes de empresas sobre asuntos ecológicos; la segunda política permite el establecimiento de comisiones internas sobre el medio ambiente, previstas con anterioridad para siete unidades del grupo.

De 1980 a 1985, durante la ejecución del Proyecto de Carajás, se hicieron esfuerzos en materia de viabilidad, proyectos básicos y ejecución y funcionamiento de proyectos en el Amazonas. Ante el éxito relativo y los logros obtenidos, otras superintendencias y empresas asociadas promovieron la creación de departamentos encargados de cuestiones ambientales. En la actualidad, la Superintendencia para el Medio Ambiente y los Productos Forestales coordina 17 departamentos de medio ambiente. En los últimos ocho años, de 1980 a 1988, la CVRD ha invertido unos 660 millones de dólares en diversos proyectos de ingeniería ambiental.

Lo que empezó officiosamente, con pequeñas dependencias de hasta ocho técnicos, es hoy día una organización integrada por 770 personas dedicadas a tareas ambientales, y encargada de la ordenación de unas 700.000 hectáreas de reservas naturales privadas en los diversos ecosistemas del Brasil. Esta amplia zona se destina a la investigación científica y a la conservación y utilización de recursos naturales. Conviene señalar que las actividades ambientales están clasificadas en dos categorías: medidas correctoras aplicadas a la mayoría de los proyectos que requieren atención desde el punto de vista ambiental, y medidas preventivas. De los 660 millones de dólares invertidos en cuestiones ambientales en los últimos ocho años, el 53% correspondía a medidas correctoras, y el 47% a medidas preventivas.

Se espera que, entre 1990 y el año 2000, la empresa establezca un programa de actividades ambientales en tres esferas: el tratamiento de los recursos naturales, la ingeniería ambiental, y la investigación para proporcionar información conceptual que ayude a mejorar las políticas ambientales. El programa de diez años de duración que se presentará a organismos internacionales a efectos de financiación, prevé 200 proyectos y una inversión de unos 660 millones de dólares. Los problemas ambientales con los que más a menudo se enfrentaba el grupo eran: a) los relativos a la minería y a la industrialización de productos como el aluminio, el cobre, la pasta maderera y la madera; b) las repercusiones ambientales y socioeconómicas en sus plantas industriales, en el aire, en el agua, en el suelo y en la población. Estos problemas ambientales se dan en las zonas de bosque atlántico, en la selva del Amazonas, en las tierras arbustivas (caatinga) y en las zonas húmedas como el Pantanal. Era, por tanto, necesario desarrollar una tecnología adecuada para garantizar la eficiencia de la ingeniería ambiental, ajustada a las condiciones peculiares de los diversos ecosistemas que existen en un país tan extenso como el Brasil. A menudo se plantea el problema de cómo aplicar medidas en esas zonas con los criterios de eficiencia que suelen caracterizar las actividades de la empresa.

En el caso de Carajás, situada en el corazón de una región selvática, la construcción de un ferrocarril y su funcionamiento acarrearón a su zona de influencia problemas incontrolables, como la especulación con las tierras y la violencia rural. En una frontera recientemente establecida, la población asentada en la zona vive en condiciones de suma pobreza o cuenta con muy escasos recursos financieros. Ello da lugar a la práctica de la deforestación, la agricultura itinerante, la explotación del suelo y la producción de leña. El suministro de leña a los hornos de fusión se encuentra en una situación caótica sobre la que se ejerce un control precario.

Los organismos gubernamentales que tenían que haber velado por una ocupación ordenada de esta vasta región no lograron sus objetivos. A consecuencia de ello, la empresa ve deteriorarse su imagen, pues es obvio que la solución de esos problemas a mediano plazo está fuera de su alcance tanto físicamente como en lo político. Al no suspender de inmediato el suministro de la materia prima (hierro) para actividades industriales tan devastadoras, la empresa agrava su responsabilidad porque contribuye a la destrucción flagrante de recursos naturales en su zona de influencia indirecta.

2.5.2 Estrategia y medidas adoptadas

La tecnología de ingeniería ambiental disponible tiene por objeto garantizar una política de gestión equilibrada de los recursos naturales y evitar así niveles de explotación irrazonables. Adoptando una estrategia

que tome en consideración el aspecto económico de las reservas naturales, será posible explotar dichas reservas sin agotarlas y obtener beneficios en una actividad económica a largo plazo, reduciendo al mismo tiempo los niveles de contaminación. Durante el último decenio, la dirección de la CVRD fue cobrando cada vez mayor conciencia de las cuestiones ambientales, y a ello se debe el que se hayan obtenido resultados positivos en dos zonas tropicales húmedas del Brasil: los bosques atlánticos y la selva tropical. Esto fue posible gracias a la colaboración de especialistas brasileños y extranjeros y al apoyo de organizaciones nacionales e internacionales. La empresa considera que, mediante una investigación básica sobre el inventario, y la adopción de medidas preventivas, se mejorará el conocimiento de los recursos naturales y se controlarán así las fuentes potenciales de contaminación en los diversos sectores de la actividad productiva.

Al adoptar una política de descentralización, los departamentos de medio ambiente controlan las actividades de prevención y lucha contra la contaminación en todas las esferas operativas de la CVRD y de sus empresas asociadas y filiales.

Las tecnologías de ingeniería ambiental relativas al mineral de hierro, al aluminio, al cobre, al manganeso y al oro utilizan procesos nacionales, cuando existen, e internacionales, que revisten la forma de empresas conjuntas constituidas con grupos japoneses, estadounidenses, canadienses, británicos e italianos relacionados con la CVRD. Entre esos grupos cabría citar los siguientes: NIPPON STEEL, ALCAN, SHELL e ITALIPIANTI.

Por lo que a los bosques se refiere, la mayor parte de los conocimientos sobre repoblación forestal y de la investigación sobre los recursos naturales procede de científicos brasileños y de grupos de investigación. Prestaron un apoyo complementario pertinente algunos científicos internacionales de organismos de medio ambiente, como el CWS (Canadian Wildlife Service), el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, el WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza), el Jardín Botánico de Nueva York, el Kew Garden, diversas universidades estadounidenses, europeas, australianas y de oriente, así como centros de investigación de ámbito mundial.

2.5.3 Resultados de las estrategias y medidas adoptadas

Teniendo en cuenta que en los dos últimos decenios (1970-1990) el grupo de la CVRD gastó 4.976 millones de dólares, y que para el período 1990-2000 se prevé un gasto adicional de 4.656 millones de dólares, es digno de encomio que el 12% de este total (600 millones de dólares) se destinase a cuestiones ambientales, sin que ello afectara a la competitividad de la empresa en un mercado cada vez más exigente.

Los esfuerzos de la empresa pueden medirse por su empeño en mejorar la calificación del personal (lo que requiere una capacitación y especialización constantes), integrado por 770 técnicos y personal de otras categorías que se clasifican como sigue: un 9% del personal tiene formación universitaria; un 52%, formación media; y el resto es personal sobre el terreno. En las actividades económicas diversificadas, que lleva a cabo el grupo de la CVRD, participan unas 35.000 personas, constantemente reevaluadas para orientar su capacidad técnica hacia la gestión de proyectos complejos en que se utilice la tecnología nacional disponible, así como tecnologías extranjeras cuando éstas se requieran para determinadas tareas.

En el caso de las patentes, la CVRD sólo ha registrado una. Se trata de un producto conocido como dextrina, contenido en una solución acuosa y destinado a la aspersión del mineral de hierro que es transportado en vagones de mercancías; el producto ha sido adoptado por el EFVM (Ferrocarril Vitória-Minas). La erosión del viento deteriora el equipo ferroviario, y durante la estación de lluvias contamina el medio ambiente a lo largo del ferrocarril con polvo y sedimentos. Antes de introducir este procedimiento, en cada viaje se perdía alrededor del 1,26% de la carga de cada vagón. Una vez rociado el mineral de hierro, el agua se evapora, dejando una película protectora que reduce la dispersión causada por el viento. Este sistema viene aplicándose normalmente en los últimos 10 años, y la inversión realizada en el procedimiento quedó amortizada al año de su introducción, aparte de las ventajas que de ella se derivaron.

El desarrollo de tecnología interna es sólo un elemento de la estrategia tecnológica de la empresa. En varias empresas conjuntas, la empresa "tropicalizó" las tecnologías recibidas por copartícipes extranjeros, como NIPPON STEEL, las empresas del aluminio de ALCAN y SHELL. Las tecnologías del oro, del manganeso, del papel y de la pasta papelera fueron creadas en el Brasil.

2.5.4 Lecciones y perspectivas

Se determinaron las consecuencias ambientales en la zona de influencia del ferrocarril de Carajás y se afrontaron mediante la ingeniería y la gestión de recursos naturales; también se adoptaron medidas en relación con la estructura de las actividades en materia de recursos humanos. La creación de un Comité Científico para asesorar a la empresa durante sus actividades fue un buen comienzo. Los estudios científicos sobre el medio ambiente llevados a cabo por la comunidad científica y la institución internacional del país dieron resultados positivos para la gestión institucional del problema. El establecimiento de equipos ambientales permanentes fue una medida fructífera. La estrategia de previsión de una política preventiva en cuestiones ambientales resultó pertinente. (En el caso de Carajás, el 6,5% del presupuesto del proyecto se asignó a fines ambientales.)

En los últimos 10 años, ha venido aumentando la preocupación de los altos cargos directivos, de los técnicos y de los trabajadores de la empresa por las cuestiones ambientales. Es indispensable llegar a una auténtica transacción sobre todas las medidas y todos los planes de expansión de la empresa. Las políticas operacionales de transporte de productos que entrañan riesgos para el medio ambiente (por ejemplo, el arrabio obtenido a partir de carbón vegetal de los bosques locales) no son correctas ni coherentes con la política ambiental seguida. Actualmente se llevan a cabo estudios para reducir la presión ejercida sobre los bosques indígenas fuera de la zona de influencia de la empresa. Mediante la realización de estudios con el Banco Mundial (PGSE) y la elaboración de proyectos de repoblación forestal masiva que incluyeran repoblaciones artificiales con objeto de extraer materias primas, podrían atenderse las necesidades de leña y de madera para otros fines.

La política brasileña de industrialización del mineral, basada en la experiencia de Carajás, es insatisfactoria, ya sea por la presión humana sobre la vegetación o por los resultados obtenidos con los proyectos regionales de recursos humanos. Estos proyectos están destinados a pequeños terratenientes y agricultores y a las comunidades indígenas.

En el caso de las nuevas regiones fronterizas, las fuerzas estructurales negativas de ámbito regional determinaron un aumento de la tensión social y de la violencia urbana y rural, contra las cuales se carecía de mecanismos apropiados. Los programas destinados a la población de bajos ingresos, la revisión de los usos del suelo y del proceso de propiedad de las tierras son cuestiones que aún requieren una política de actividades regionales.

En la esfera institucional, los organismos regionales del medio ambiente carecen todavía de los recursos técnicos, humanos y financieros que necesitan para desempeñar su función de control y supervisión. Durante la fase de aplicación se ofreció capacitación técnica a los equipos enviados por estos organismos para supervisar el proyecto. El seguimiento, la participación y la supervisión de los organismos de financiación del proyecto habrían sido indispensables en su política de evaluación para sugerir la necesaria intervención del Gobierno.

Impulsados, entre otras cosas, por la ejecución del proyecto de Carajás, otros sectores, como los de la energía, el petróleo y los subproductos, así como sectores privados, formularon y emprendieron políticas ambientales.

Debería prestarse apoyo a las comunidades establecidas en la zona de influencia de los proyectos a realizar en nuevas fronteras mediante programas que garantizaran su estabilidad en dicha zona. Las externalidades de proyectos como el de Carajás no podían ser controladas en modo alguno por la empresa que los puso en marcha. La empresa no era ni jurídica ni institucionalmente responsable de la zona de influencia indirecta. Las negociaciones con otros sectores no daban resultados efectivos.

Los proyectos en gran escala requerirán siempre un amplio enfoque interdisciplinario. Debería recurrirse a sociólogos, economistas, antropólogos, y a otros especialistas en el campo socioeconómico, para prestar apoyo a las comunidades pertinentes mediante programas especialmente concebidos para ellas. Para ello, también se requeriría capacidad de gestión interinstitucional.

Por lo que respecta a las comunidades indígenas del Brasil, es indispensable proporcionarles tierras y prestarles servicios de salud pública para garantizarles una supervivencia decorosa y deben respetarse sus tradiciones y su cultura diferenciadas. Otro objetivo que debe cumplirse es intensificar y difundir la información y los conocimientos sobre el medio ambiente, ya que estas poblaciones necesitadas carecen de voz para pedir que se atiendan sus necesidades y el trato que reciben es, por tanto, insatisfactorio.

3. CONCLUSIONES SOBRE LA GESTION DEL MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL Y SOBRE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL

La creciente sensibilización sobre las cuestiones ambientales ha sido un punto de partida importante. La evaluación de las consecuencias para el medio ambiente, y la experiencia de gestión en cuestiones ambientales, han permitido conseguir resultados fructíferos. La determinación política, los mecanismos de regulación, el acceso a la tecnología y la transparencia son, a nivel regional, los factores determinantes del éxito.

Las empresas proactivas enfocan el aspecto ambiental como parte de su estrategia global y lo incorporan a sus objetivos de comercialización y producción. Las tecnologías ambientales y de producción están estrechamente relacionadas. Un nuevo proceso proporciona estímulo a las inversiones en tecnología limpia que posibilite una mayor eficiencia industrial. Esta integración tecnológica es el resultado de la responsabilidad ecológica, la innovación, la calidad y el afán de eficacia. Así, pues las capacidades internas de investigación y desarrollo se convierten en ventajas competitivas para la empresa. La investigación y el desarrollo fomentan la innovación tecnológica y la sensibilización con respecto al medio ambiente.

La contratación y capacitación de personal calificado en cuestiones ambientales, y la colaboración con universidades, instituciones de investigación y laboratorios de investigación y desarrollo, permiten adoptar una postura innovadora, necesaria para conciliar el aspecto económico con el aspecto ambiental. Los recursos humanos son el factor decisivo para una estrategia tan amplia.

Las dependencias orgánicas competentes en materia ambiental (es decir, el Comité Científico, el Departamento de Medio Ambiente y el Departamento de Recursos Naturales) desempeñan un papel muy importante en la definición de problemas, en la estructuración, ejecución y supervisión de estudios sobre consecuencias ambientales y en la aplicación de soluciones. Las empresas han asignado un determinado porcentaje de sus beneficios al desarrollo de tecnologías ambientalmente inocuas. A través de empresas conjuntas pueden también obtener la tecnología necesaria, especialmente si mantienen una larga relación con sus proveedores. Cuando los recursos destinados a la inversión son limitados, se buscan mecanismos financieros para asegurar la transferencia de tecnología y la adquisición de equipo que facilite la aplicación de las políticas ambientales.

Se ha pedido a la industria de bienes de capital que participe en la definición de los problemas y en su solución. Se ha presionado a la industria del papel y de la pasta de papel, al sector de la energía, y a las industrias mineras, químicas y siderúrgicas, para que fabriquen nuevo equipo y desarrollen nuevos procesos. Algunas empresas consideraron esa oportunidad como un desafío y acogieron con satisfacción este nuevo aspecto comercial estratégico.

La participación de la comunidad, y la educación ambiental de los alumnos de enseñanza secundaria, son requisitos necesarios para infundirles una nueva sensibilidad hacia los problemas del medio ambiente y del desarrollo. En muchas zonas específicas de países en desarrollo (por ejemplo, en las selvas tropicales) no se dispone de tecnología. En tales casos, debería desarrollarse una tecnología endógena con la cooperación de científicos, grupos de investigación, empresas de ingeniería e industrias de bienes de capital locales. Es conveniente que los países en desarrollo cooperen entre sí para facilitar el logro de dicha tecnología.

Los empresarios, los altos cargos directivos, los técnicos, los trabajadores, y el personal en general, deberían conocer las prioridades dadas por las empresas al medio ambiente y los medios que permitan respetar esas

prioridades. Los estudios sobre las consecuencias ambientales (impacto ambiental) deberían considerarse como instrumentos de planificación y como medios para mejorar la gestión u ordenación de los recursos naturales. La integración de esos estudios en los de ingeniería propicia un conocimiento más a fondo de los proyectos de expansión y de las actividades de la empresa. Los grandes proyectos requieren una amplia capacidad interdisciplinaria, incluidas las ciencias sociales, para que pueda enfocarse correctamente el aspecto humano que todo proyecto tiene.

La evaluación periódica, basada en indicadores ambientales, es la medida que permite obtener los mejores resultados prácticos. Las evaluaciones ambientales a priori y a posteriori son los medios que inducen a las empresas a buscar nuevas tecnologías para afrontar problemas ambientales.

Las conclusiones mencionadas, basadas en los cuatro casos, demuestran que cuando se ha llegado a una fase avanzada de desarrollo pueden perfeccionarse los recursos humanos y obtenerse recursos financieros para abordar proactivamente los problemas ambientales. En todos los casos, es obvio que las prioridades habían sido bien definidas y que el éxito estaba en función de las condiciones de competitividad, como las condiciones de demanda y la infraestructura de apoyo conexas.

La sensibilización pública fue decisiva para inducir a las empresas a adoptar cambios estratégicos. Ahora bien, estos cambios fueron posibles gracias al desarrollo y a la disponibilidad de capacidades empresariales y técnicas basadas en recursos humanos calificados. Estos recursos posibilitaron la evaluación y la transferencia de tecnología mediante un programa de inversiones. La disponibilidad de mecanismos financieros facilitó efectivamente la decisión de la empresa de iniciar un gran proyecto de reconversión orientándose hacia el empleo de tecnologías limpias. Las dependencias orgánicas especializadas proporcionaron a la estructura de la empresa las aportaciones necesarias para modificar el proceso de adopción de decisiones y para incluir el elemento "verde" en el proceso.

A nivel gubernamental, es necesario un marco institucional para idear y aplicar mecanismos reguladores. La educación ambiental es el principal instrumento para lograr que la población vea con otra mentalidad la cuestión del medio ambiente, con miras a un desarrollo ambientalmente inocuo, y en el que la innovación tecnológica desempeñe un papel destacado. Es importante adoptar una "estrategia de innovación" para reducir la resistencia y orientar los sistemas establecidos en esta nueva dirección, en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

4. LA CONCIENCIA AMBIENTAL, EL DESARROLLO ECONOMICO Y LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL

La cuestión del deterioro del medio ambiente es, sin lugar a dudas, uno de los principales problemas que afronta la humanidad en este fin de siglo. La industria de bienes de capital tiene un papel fundamental que desempeñar en la solución del mismo. Varios factores han contribuido a que se cobre una mayor conciencia de la importancia del medio ambiente. Entre estos factores cabe destacar:

a) El desarrollo de las industrias químicas, del acero, de los fertilizantes y petroquímicas, todas ellas con un gran potencial de contaminación del medio ambiente;

b) La fuerte concentración de ingresos y de población causada por el proceso de urbanización resultante del modelo económico y de los métodos de industrialización utilizados en los países en desarrollo. Este modelo provoca la expansión de aglomeraciones de viviendas deficientes, sin servicios sanitarios mínimos ni infraestructura ambiental. Los grupos organizados se vienen percatando cada vez más de los efectos de esta lamentable situación social;

c) Los bajos niveles de cobertura pública de los gastos de salud, particularmente los de sanidad básica, en los países en desarrollo, que crean las condiciones propicias para que ciertas enfermedades sigan siendo endémicas, en tanto que otras enfermedades atribuibles al deterioro del medio ambiente se extienden cada vez más;

d) Los adelantos de la medicina que han permitido erradicar varias enfermedades y determinar efectos concretos de la contaminación a los que antes no se prestaba atención;

e) Los desastres ambientales, cada vez más frecuentes, ocasionados por la utilización indiscriminada de ciertos productos y materias primas -como el mercurio en la extracción de oro-, y la intensa utilización de leña o la cría de ganado y los cultivos en suelos inadecuados;

f) Las mejoras en el bienestar de una parte de la población, con los consiguientes cambios o variaciones de la demanda de tiempo libre para actividades recreativas y la escasez, en las ciudades, de lugares adecuados en los que desarrollar dichas actividades;

g) Las deficiencias de la teoría económica, pues omite definir el medio ambiente como un recurso escaso que debe ser considerado como tal en el mercado, contribuyendo con ello a que la contaminación se extienda hasta el punto de afectar a toda la población.

Muchos problemas ambientales trascienden las fronteras entre regiones o países. Ejemplo de ellos son los incendios de los bosques tropicales, la epidemia de cólera que pasa a otros países, las emisiones de clorofluorocarburo, la agravación del "efecto de invernadero" a causa de la quema de combustibles fósiles, etc.

La envergadura de estos problemas plantea la necesidad de adoptar medidas apropiadas en las que intervengan no sólo las autoridades locales y los gobiernos nacionales, sino también varios países, mediante un esfuerzo coordinado para hallar una solución común. Estos esfuerzos conjuntos requieren la voluntad política de los países de que se trate, así como apoyo financiero, especialmente cuando ello afecte a las relaciones entre países desarrollados y países en desarrollo.

El mundo en desarrollo tiene enormes carencias en todos los aspectos de la infraestructura básica de salud, educación, sanidad, transporte, alimentación, construcción de viviendas y comunicaciones. Para dar idea de estas deficiencias, los estudios realizados señalan que el Brasil, para poder

alcanzar un nivel de vida equiparable al de Europa meridional, tendría que invertir 6.000 millones de dólares al año en programas y proyectos sociales durante 15 años, además de seguir ejecutando los actuales programas de inversión.

Habida cuenta del carácter transnacional de muchos problemas ambientales y del volumen de fondos necesarios para resolverlos, es preciso establecer una cooperación internacional mediante incentivos y desincentivos económicos. En principio, tales mecanismos pueden ser de distinta naturaleza, pudiendo consistir en fondos internacionales para el medio ambiente y fondos de desarrollo regional, en la conversión de la deuda externa y en subvenciones o donaciones. Merece la pena señalar dos cuestiones comunes a esos mecanismos y relacionadas con la posibilidad de promover tecnologías ambientalmente inocuas.

La primera cuestión se refiere a la voluntad de los países desarrollados de pagar, aplicándose a nivel mundial el principio "quien contamina paga", a fin de que los países en desarrollo puedan causar menos daños al medio ambiente. La segunda cuestión guarda relación con el hecho de que el deterioro del medio ambiente en los países en desarrollo se debe en gran parte al carácter dual de las estructuras internas de esos países, cuya población vive mayoritariamente por debajo del mínimo vital. En tales casos, es necesario examinar la posibilidad política de reducir estas dualidades mediante una reorganización de las economías de esos países.

El principio de "quien contamina paga", definido por la OCDE, implica que el responsable de la contaminación debe asumir los costos de las medidas que se adopten para reducir la contaminación. Ello significa que el Estado no debe proporcionar recursos al responsable de la contaminación para que éste pueda hacer frente a los gastos que entrañe la solución de los problemas originados.

Este principio reviste una gran importancia en la formulación de políticas ambientales, debido a varios factores entre los que cabe destacar los siguientes:

- El desfase entre los costos privados y sociales puede reducirse;
- Es probable que puedan introducirse con mayor rapidez métodos de lucha contra la contaminación;
- Podría alentarse la adopción de tecnologías no contaminantes;
- El efecto psicológico será positivo, pues la sociedad tenderá a percatarse del valor monetario y material del medio ambiente.

A medida que aumenta la sensibilización ambiental en amplios sectores de la sociedad, aumenta la presión para que se resuelvan los problemas ambientales; esta presión va desde el exigir que las empresas controlen sus emisiones y reduzcan la contaminación hasta la formulación de propuestas más radicales preconizadoras de un crecimiento cero y la conservación de los recursos.

No obstante, dada la trascendencia de los problemas con que se enfrentan los países en desarrollo, no sólo en materia de medio ambiente, sino también en lo tocante al empleo, la salud, la educación, los transportes, la sanidad, etc., carece de sentido adoptar enfoques conservacionistas y reduccionistas.

Por el contrario, en vista de esos problemas, es indispensable optar por una estrategia de crecimiento integrada en la protección del medio ambiente. La industria de bienes de capital de América Latina tiene un papel fundamental que desempeñar en la aplicación de esa estrategia.

5. BIBLIOGRAFIA

- CHUDNOVSKY, Daniel - La Competitividad de la Industria Argentina de Máquinas Herramientas y el Acuerdo de Integración con Brasil. (Versão Preliminar). UNICAMP, Projeto "Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil". Campinas, 1990 (39 págs.).
- CRUZ, H. Nogueira da, SILVA, M. Augênio da - A Situação do Setor de Bens-de-Capital e suas Perspectivas. UNICAMP, Projeto "Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil". Campinas, 1990. (97 págs.).
- FINDLEY, Roger W. - Pollution Control in Brazil - Ecology Law Quarterly, vol. 15, N° 1, 1988, págs. 1 a 68.
- FREITAS, M.L. Davies de - Corporate Strategy, Environmental Management and Technology Transfer: The CVRD Case Study. En: Brazilian Experiences on Management of Environmental Issues: Some Findings on the Transfer of Technologies, CNUMAD, Research Paper N° 1, julio de 1991.
- GALLI, L.F. - Hydroelectricity Generation, Environmental Management and Technologies Development: The CESP Study Case. En: Brazilian Experiences on Management of Environmental Issues: Some Findings on the Transfer of Technologies, CNUMAD, Research Paper N° 1, julio de 1991.
- GOLDEMBERG, José - Energy and Environmental Policies in Developed and Developing Countries. Energy and the Environment in the 21st Century, March 26-28, 1990, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, págs. 69 a 100.
- GOLDEMBERG, José - How to Stop Global Warming, Technology Review, vol. 93, N° 8, noviembre-diciembre de 1990, págs. 25 a 31 (80 págs.).
- HAHN, Robert W. - Meeting the Growing Demand for Environmental Protection: A practical Guide to the Economist's Toolchest. The World Bank Seminar on Urban Air Pollution, June 20-21, 1990. American Enterprise Institute, Washington, D.C. - 24 págs.
- LAPLACE, M.F. - Diagnóstico da Indústria Brasileira de Máquinas-Ferramenta. (Versão Preliminar). UNICAMP, Projeto "Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil". Campinas, 1990. (74 págs.).
- MARCOVITCH, J. - Industrial and Technological Modernisation in Brazil: Stagnation and Prosperity. Ginebra (Suiza), Labour and Society, IIEL/OIT, 16/3/1991.

MARCOVITCH, J. Estratégia Tecnológica na Empresa Brasileira. En: Gerenciamento da Tecnologia: Um Instrumento para a Competitividade Empresarial, São Paulo, Brasil, Editora Edgard Blucher Ltda., 1992.

PHILIPPI JR., A. - Controle de Poluição Ambiental: Implantação de Sistema de Financiamento. São Paulo, 1987. (Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

PIASECKI, B. & ASMUS, P. - In Search of Environmental Excellence - Moving Beyond Blame. Nueva York, Simon & Schuster Inc., 1990.

SLONGO, L.A. - Environmental Issues and Riocell's Technological Strategy. En: Brazilian Experiences on Management of Environmental Issues: Some Findings on the Transfer of Technologies, (CNUMAD, Research Paper N° 1, julio de 1991.

ZULAUF, W.E. - Industrial Pollution Control in Cubatão. En: Environmental Issues: Some Findings on the Transfer of Technologies, CNUMAD, Research Paper N° 1, julio de 1991.

BID/PNUD. Nossa Própria Agenda. Comissão de Desenvolvimento e Meio Ambiente da América Latina e do Caribe. Brasília, Linha Gráfica Editora Ltda, 1990. 241 págs.

Eco-Strategies for the 1990's. World Link, vol. 4, N° 1, enero-febrero de 1991, págs. 16 y 17.

GOVERNMENT OF CANADA. Canada's Green Plan - In Brief. A summary of Canada's Green Plan for a healthy environment. 30 págs.

Projeto ABIMAQ-SINDIMAQ/FINEP - Política Industrial para a Indústria de Máquinas e Equipamentos no Brasil. São Paulo, diciembre de 1990. (83 págs.).

THE WORLD BANK/Policy, Planning and Research Staff, Infrastructure and Urban Development Department. Janis Bernstein - Alternative Approach to Pollution Control and Waste Management: Regulatory and Economic Instruments. Mayo de 1990. 44 págs.

UNCED - Brazilian Experiences on Management of Environmental Issues: Some Findings on the Transfer of Technologies. Research Paper N° 1, julio de 1991.

UNIDO. Industrial Operations Technology Division. Department of Industrial Operations - Implementation of Technical Cooperation in Various Sectors of Industry. Presentation by Mrs. A. Tcheknavorian-Asenbauer, Director. 19 de enero de 1990. 30 págs.

UNIDO - Industry and Development - Global Report 1990/91. Viena, 1990.

UNITED NATIONS WORKSHOP ON CREATIVE FINANCING FOR ENVIRONMENTALLY SOUND TECHNOLOGIES. Belem Declaration 1990. Belem, PA, Brasil, 2 a 7 de diciembre de 1990. 41 págs.

**WORLD RESOURCES INSTITUTE. Promoting Environmentally Sound Economic Progress:
What the North Can Do. Robert Repetto. Abril de 1990. 21 págs.**

**WORLD RESOURCES INSTITUTE. Technological Transformation for Sustainable
Development. A Public Research Agenda. NSF Grant # ENG-9011639. Enero
de 1991.**