

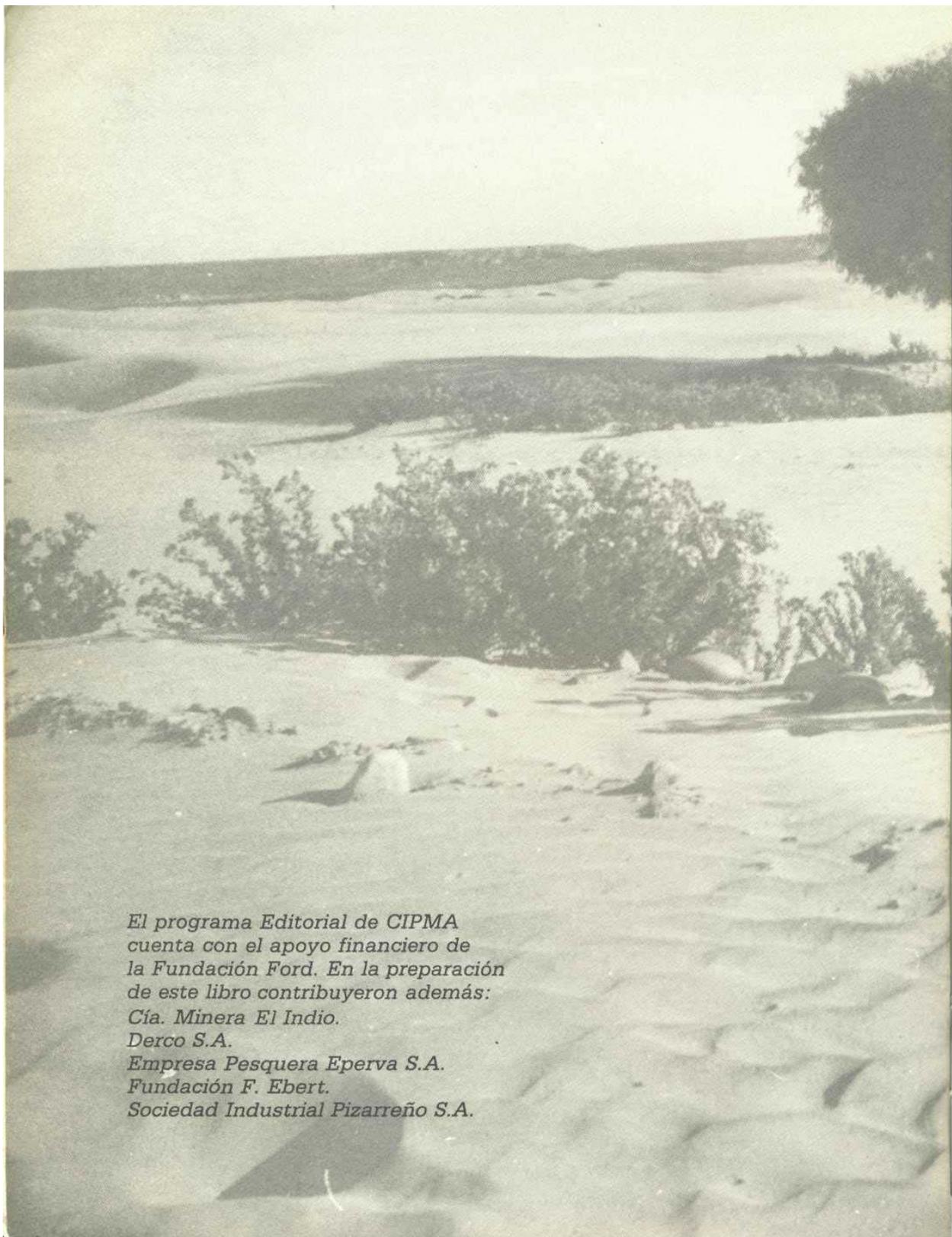
Medio Ambiente en Chile

CENTRO DE INVESTIGACION
Y PLANIFICACION DEL
MEDIO AMBIENTE
CIPMA

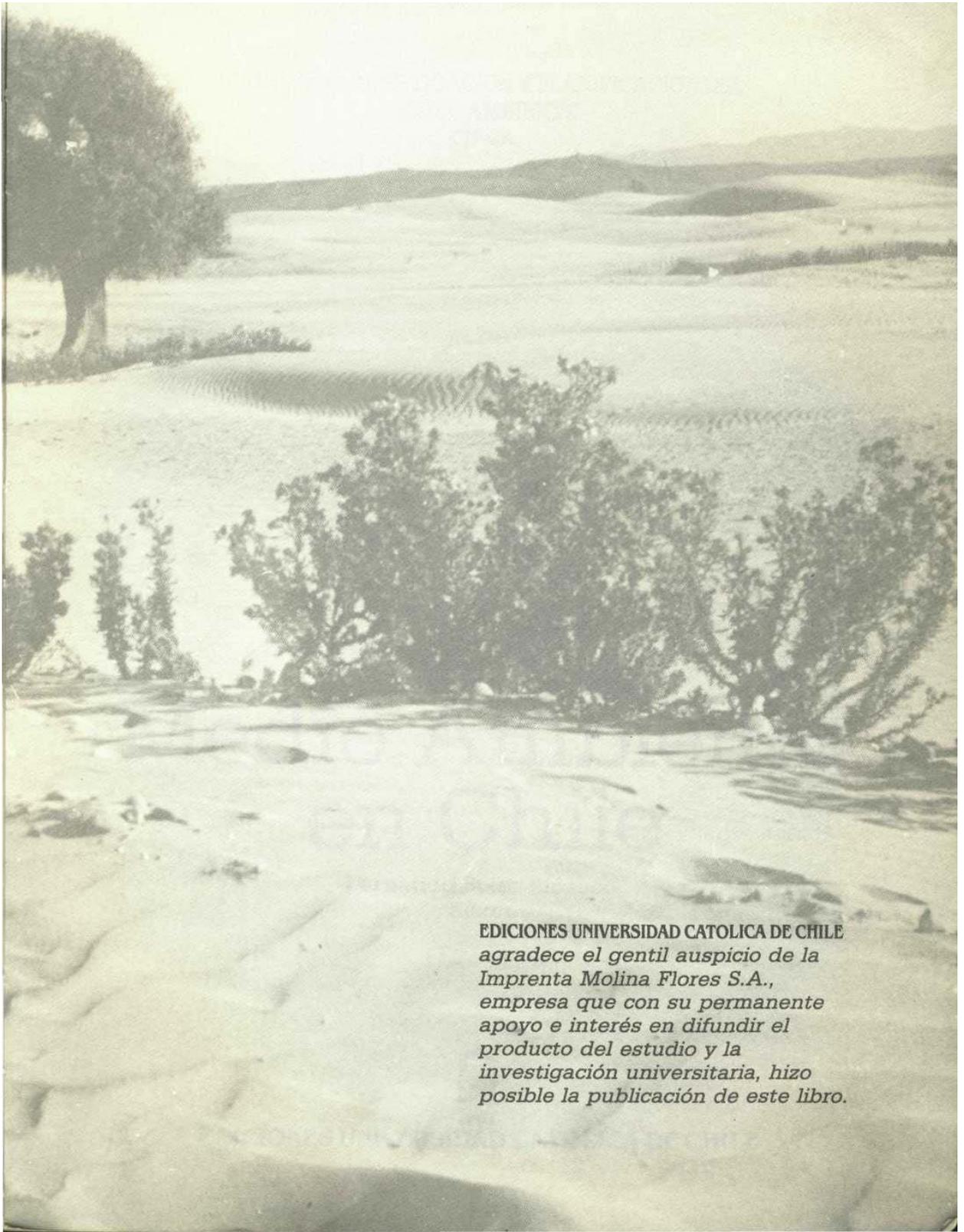
Fernando Soler Rioseco
Editor

EDICIONES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE





*El programa Editorial de CIPMA
cuenta con el apoyo financiero de
la Fundación Ford. En la preparación
de este libro contribuyeron además:
Cía. Minera El Indio.
Derco S.A.
Empresa Pesquera Eperva S.A.
Fundación F. Ebert.
Sociedad Industrial Pizarreño S.A.*



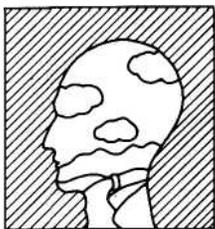
EDICIONES UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
*agradece el gentil auspicio de la
Imprenta Molina Flores S.A.,
empresa que con su permanente
apoyo e interés en difundir el
producto del estudio y la
investigación universitaria, hizo
posible la publicación de este libro.*

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL
MEDIO AMBIENTE
CIPMA

Medio Ambiente en Chile

Fernando Soler Rioseco
Editor

EDICIONES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE



MEDIO AMBIENTE EN CHILE

Editor:

Fernando Soler R. Ayudantes Carla Grandi T. Federico Arenas

EDICIONES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE Vicerrectoría Académica Comisión Editorial

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE / CIPMA

N.º Inscripción 61.408

Derechos reservados

Primera edición: 1.000 ejemplares

Diseño:

M. Ximena Ulibarri L.

Publicidad Universitaria U.C.

Dibujos de gráficos:

Arturo Arriaza L.

Fotografía:

Archivo Fotográfico de
la Universidad de Chile.

Omar Faúndez A.

Agosto 1985

Impreso en los talleres de Alfabetá Impresores

Autores

Juan Gastó/Sergio Gallardo

Patricio Bernal /Ramón Ahumada

Baldomero Sáez

Carlos Weber /Alejandro Gutiérrez

José Corvalán /Comisión Chilena del Cobre

Alfredo del Valle Horacio Boccoardo/Hernán Sandoval/Germán Corey

Hernán Godoy/Ignacio Santa María

María Teresa Infante /Rafael Valenzuela

Fernando Soler/Carla Grande

Presentación

LA idea de este libro surgió en el Comité Científico del Primer Encuentro sobre el Medio Ambiente chileno organizado por CIPMA y realizado en la ciudad de La Serena, en agosto de 1983. Se pensó que los objetivos del Encuentro de "intentar una síntesis del conocimiento actual..." y de "contribuir al desarrollo de una conciencia nacional sobre problemas y potencialidades del medio ambiente chileno" exigía de la comunidad científica nacional un esfuerzo colectivo continuado y a través de una variedad de medios. Uno de estos medios son las Reuniones, como la realizada en La Serena, la cual significó un gran avance hacia esos objetivos sin haber sido el primero y, por cierto, no el último.

Se pensó que un libro sobre temas tratados en esa ocasión permitiría seguir avanzando en la misma dirección y sería un testimonio más duradero que el Encuentro mismo, del conocimiento que se tiene actualmente sobre el ambiente chileno desde una perspectiva integral. Sólo por medio de enfoques interdisciplinarios es posible proporcionar un panorama que dé cuenta de las complejas interrelaciones entre los fenómenos naturales, de los efectos en cadena provocados en el ambiente por la acción del hombre y de la influencia que, a su vez, el ambiente ejerce en la cultura, la economía y la sociedad en general.

El texto es, entonces, una realización interdisciplinaria y su objetivo es precisamente dar una visión de los problemas y potencialidades del ambiente chileno integrado al desarrollo nacional. Este propósito se hizo presente desde la selección de los temas de cada uno de los capítulos, en la que se trató de evitar la separación por sectores de tipo convencional, lo cual tiende a ignorar interrelaciones que son claves en el funcionamiento de las unidades ambientales. En cambio, se identificaron materias que dieran un marco apropiado a las estructuras ecosistémicas de los ambientes naturales y construidas sin alejarse de las vivencias prácticas y disciplinas de cada uno de los autores.

El libro entra en circulación en un momento en que la discusión pública sobre problemas ambientales específicos surgidos espontáneamente a lo largo del país ha cobrado una intensidad no conocida antes. Este hecho, lejos de inquietar, es

motivo de esperanza. Es un signo de madurez y, quizás, un indicio de que no necesitaremos llegar a los niveles de desarrollo de los países industrializados del Norte para empezar a responder al más urgente de los desafíos ambientales: cómo compatibilizar desarrollo económico y conservación ambiental. Este desafío no puede ser enfrentado en Chile sin la contribución de científicos chilenos. Y, afortunadamente, el país cuenta con la capacidad científica a la altura del desafío.

La mejor demostración práctica de ello es la frecuencia con que se acude a los investigadores a través de los medios de comunicación, foros y conferencias públicas cada vez que surge un problema ambiental específico con el fin de situar el debate en un plano de objetividad y seriedad. Este texto no está dirigido hacia una dificultad específica. Es más bien una contribución a la formación de una base de conocimientos que se pone a disposición de quienes, en un número cada vez mayor, deberán participar en la discusión pública de los problemas y potencialidades del ambiente.

El Comité Editorial de CIPMA se enorgullece de haber logrado convocar a tan destacados científicos para la realización de esta obra y de haber interesado en su publicación a la Editorial de la Pontificia Universidad Católica de Chile, cuyo Consejo de Programación está constituido por prestigiosos académicos de esa Casa de Estudios.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Guillermo Geisse G.', written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

GUILLERMO GEISSE G.
Presidente de CIPMA

Índice

Pags.

1. ECOSISTEMA TERRESTRE	11
Juan Gastó	
Sergio Gallardo	
2. AMBIENTE OCEÁNICO	55
Patricio Bernal / Ramón Ahumada	
3. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	107
Baldomero Sáez	
4. ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS _____	139
Carlos Weber	
Alejandro Gutiérrez	
5. RECURSOS NO RENOVABLES	165
José Corvalán / Comisión Chilena del Cobre	
6. ENERGÍA	183
Alfredo del Valle	
7. SALUD	225
Horacio Boccoardo	
Hernán Sandoval Germán Corey	
8. ENTORNO CULTURAL	261
Hernán Godoy	
9. LA GRAN CIUDAD	279
Ignacio Santa María	
10. DIMENSIÓN INTERNACIONAL	313
María Teresa Infante	
11. DERECHO	335
Rafael Valenzuela	
12. DESAFIO AMBIENTAL	371
Fernando Soler	
Carla Grandi	
NOMINA DE INSERCIONES	381
CUADROS • DIAGRAMAS • FIGURAS • GRÁFICOS • TABLAS	387
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	391
NOMINA DE AUTORES Y COLABORADORES	411

Juan Gastó y Sergio Gallardo

CAPITULO 1
**Ecosistema
Terrestre**



CAPITULO 1

Ecosistema Terrestre

El medio ambiente es cualquier cosa que puede ser usada, en una u otra forma, por un organismo y que, por lo tanto, influye en sus posibilidades de reproducirse y sobrevivir¹. El ambiente o medio ambiente de un organismo o cualquier componente ecosistémico es, por consiguiente, el ecosistema del cual a su vez forma parte. Desde un punto de vista antropocéntrico, el medio ambiente se ha conceptualizado como todo aquello que rodea al ser humano y que comprende los elementos naturales, tanto físicos como biológicos—biogeoestructura—, los elementos artificiales —tecnocestructura—, los elementos sociales —socioestructura— y las interrelaciones de éstos entre sí².

El concepto de un sistema ecológico integrador de la materia viva con la inerte, a pesar de haberse propuesto desde hace casi un siglo, ha sido de amplio uso y aceptación sólo a partir de los últimos años, aproximadamente desde la década de 1950. En la actualidad no sólo se le emplea con frecuencia, sino que constituye el concepto básico en el estudio e interpretación del funcionamiento de la naturaleza. Una población o comunidad no existe en la naturaleza como tal, son sólo un fragmento de una unidad más compleja que incluye el medio ambiente donde se desarrolla. Conceptos parciales, tales como clima, vegetación, suelo y comunidad, para que expresen su real valor, deben ser considerados con criterio sintetizador o de ecosistema³.

El ecosistema puede ser de variados tamaños, desde muy pequeño, tal como ocurre con un tubo de ensayo, un acuario, o de mayor tamaño como un cultivo, un campo con ganado, una represa, un bosque, e incluso los recursos ocupados por un país entero. El mínimo de tamaño debe ser tal que contenga todos los elementos básicos que constituyen el sistema. Teóricamente, pueden considerarse hasta unidades infinitamente pequeñas.

Por otra parte, ningún sistema ecológico es completamente independiente⁴. Todos ellos reciben recursos y elementos del hábitat y de la biocenosis* desde fuera, y liberan otros. No es válido, por

* **Biocenosis:** *comunidad animal y vegetal organizada en el ecosistema. Es el componente biótico del ecosistema.*

ello, referirse a sistemas abiertos en oposición a sistemas cerrados, pues los límites entre una unidad de microecosistema en relación a las vecinas no son nítidos y, por lo tanto, lo que le ocurre a uno afecta en alguna forma a todos los demás. Es por ello que cada unidad constituye un microecosistema que se puede integrar a otros de tamaños cada vez mayores hasta formar el macroecosistema. Se podría, incluso, considerar que todos los sistemas de un país funcionan, en último término, como un macroecosistema nacional. La unión de todos los sistemas del globo terrestre en funcionamiento simultáneo e interdependiente constituye la ecósfera.

La unidad espacial natural del ecosistema donde el hombre se desarrolla es la cuenca. En ella se integran los componentes sólidos, líquidos y gaseosos, formando unidades definidas de ocupación del espacio. La cuenca tiene ciertos atributos, restricciones y ordenamiento de sus componentes que deben ser considerados en las modificaciones antrópicas* que se pretenda realizar (Gráfico 1.1). Las condiciones ambientales que deriven de estas acciones determinan el medio ambiente en el cual el hombre se desenvuelve y evoluciona.

La cuenca constituye un conjunto de elementos espaciales diversos, ordenados de manera que conforman una unidad o ecosistema. En ella la materia se organiza con un definido nivel de integración: los sólidos, los líquidos, los gases y los organismos se disponen y organizan complejamente, dando origen fisiográficamente a la geofорма, hidroforma, aeroforma y bioforma. Son estos cuatro componentes los que, en definitiva, constituyen la cuenca, en tanto que el conjunto de cuencas constituye una región.

Ecosistema - Origen

El ecosistema-origen puede ser considerado como la unidad básica de los recursos naturales en la que se centra la acción de cualquier disciplina. La comprensión de la génesis del ecosistema, hasta alcanzar su estado actual, debe considerar la existencia de un proceso recíproco, en el cual, en una primera etapa, el medio ha modelado al hombre hasta hacerle alcanzar, a través de un proceso evolutivo, atributos similares a los del hombre actual. A su vez, especialmente durante los últimos milenios, siglos y décadas, la acción del hombre sobre el medio se ha intensificado con su evolución biológica, social, tecnológica y demográfica, hasta alcanzar una etapa en la que ha llegado a ser el verdadero rector de las transformaciones ecosistémicas.

El concepto de ecosistema-origen nace de la necesidad de definir un nivel de organización e integración que permita enmarcar los componentes que caracterizan a los sistemas complejos en los que interviene el hombre. Corresponde al ecosistema completo, integrado al nivel de complejidad propio de la naturaleza, el cual es su centro u origen.

Es factible descomponer el ecosistema-origen en cinco subsistemas, de tal modo que ecosistema-origen puede ser definido como aquella unidad ecológica básica cuya complejidad es el producto de la integración de los subsistemas que la constituyen: biogeoestructura, socioestructura, tecnoestructura, entorno y unidades incidentes. Los subsistemas están conectados entre sí de manera tal que el conjunto actúa como unidad.

Biogeoestructura. Corresponde al recurso natural propiamente tal. En la biogeoestructura se conjugan los componentes inertes del sustrato y de la atmósfera en un solo sistema, integrándolo con los componentes vivos del medio vegetal y del medio animal.

Socioestructura. Corresponde al hombre organizado en estructuras sociales, culturales y laborales definidas. No es posible aislar al hombre dentro del contexto de la naturaleza, porque intrínsecamente es parte de ella. La naturaleza, a su vez, está contenida en el hombre como unidad socioestructural. Las situaciones dinámicas que gobiernan la evolución de los fenómenos naturales son básicamente las mismas que gobiernan la evolución del hombre y de las sociedades⁵.

- **Modificaciones antrópicas:** *cambios realizados por el hombre en el ecosistema.*

Tecnoestructura. Es el componente del ecosistema-origen caracterizado por los elementos tecnológicos generados por el hombre en base a la transformación de elementos naturales bióticos* y abióticos**, provenientes de la biogeoestructura. Esta transformación es, por lo tanto, fruto de la interacción entre socioestructura y biogeoestructura.

Entorno. El subsistema entorno representa el medio ambiente externo del sistema, el cual incide necesariamente sobre éste. Un ecosistema cualquiera, tal como un predio, región o ciudad, tiene un hábitat general que lo circunda, el cual corresponde a su entorno. Debe distinguirse la acepción de entorno del ecosistema del uso corriente que se da al término, referido a un organismo o a un componente del ecosistema. Un ejemplo de entorno es la temperatura media que caracteriza al medio-ambiente del ecosistema en un contexto global. Se diferencia de la caloría, que es una medida del contenido de energía que puede fluir desde un elemento a otro del sistema. El entorno puede ser considerado como el catalizador del ecosistema, es decir, actúa por presencia, sin fluir por el sistema. El comportamiento del ecosistema difiere de acuerdo al entorno que lo caracterice.

Sistemas externos incidentes. Corresponden a las conexiones de flujo entre un sistema dado y los demás. Ningún ecosistema puede ser cerrado, es decir, no tener flujos de masa, energía e información desde o hacia otros sistemas. De acuerdo a la magnitud de las conexiones externas en relación a las internas se tiene el grado de apertura del sistema.

Artificialización

Cuando se decide la utilización de la tierra, debe considerarse que existen varias opciones y combinaciones de opciones entre las cuales se debe elegir. Esta decisión no debe ser, en ningún caso, al azar, puesto que existen principios bien fundamentados que deben considerarse.

El ecosistema terrestre y de agua dulce es el medio ambiente del hombre, y el uso adecuado de la tierra debe tener la consideración que demanda tal condición. Cualquier uso que se dé a la tierra tiene que cumplir tres requisitos: conservación del recurso natural renovable, adaptación de la fitocenosis*** y zoocenosis**** a las condiciones ambientales de suelo y clima y obtención de un elevado grado de productividad⁶.

La forma más adecuada de destinar la tierra, según el principio de uso múltiple, corresponde, generalmente, al manejo sistemático para dos o más usos. El uso múltiple de los recursos terrestres renovables es una necesidad que surge de la escasez de los recursos y de la abundancia de la población que lo requiere.

Los posibles usos que pueden darse a la tierra son: producción de cultivos, pastos de ganado doméstico, producción de madera, cuenca hidrográfica para la producción de agua, vida silvestre de caza y pesca, recreación al aire libre y destinación a fines urbanos e industriales⁷.

La primera consideración que debe tomarse al planificar la artificialización de la tierra es conservacionista, en el sentido de preservar o mejorar las condiciones del recurso con el cual se trabaja. En relación a esta idea, las tierras han sido clasificadas internacionalmente en ocho grupos de capacidad de uso⁸. Se define capacidad de uso como la posibilidad de producir de un suelo, conservándolo o mejorándolo y generando beneficios económicos respecto a cualquier otro uso que se le pudiera dar. De los 75.695.000 de há que posee Chile en el continente americano, solamente el 0,12% corresponde a clase I de capacidad de uso; 0,94% a clase II; 2,97% a clase III, y 3,0%

* **Bióticos:** *elementos vivos.*

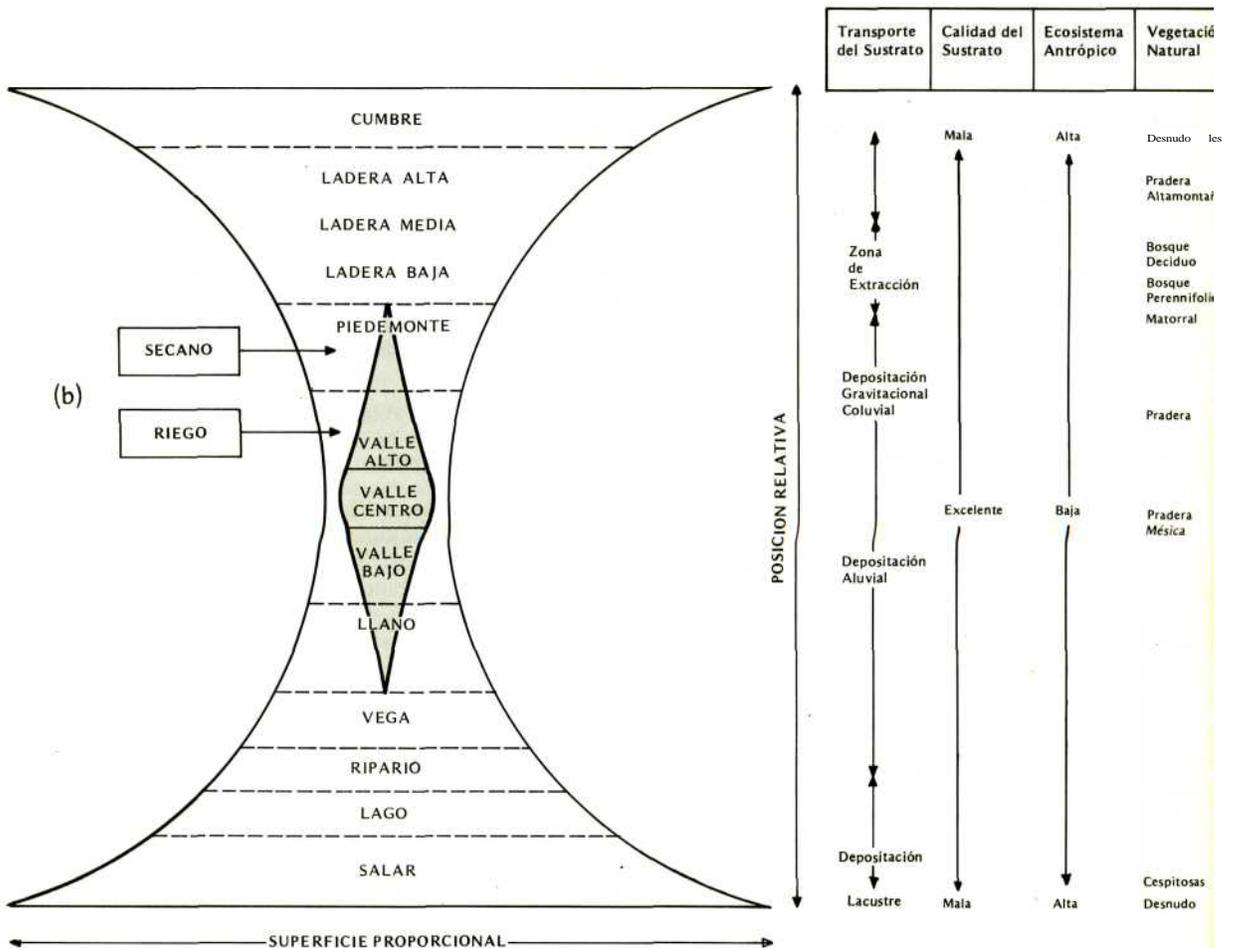
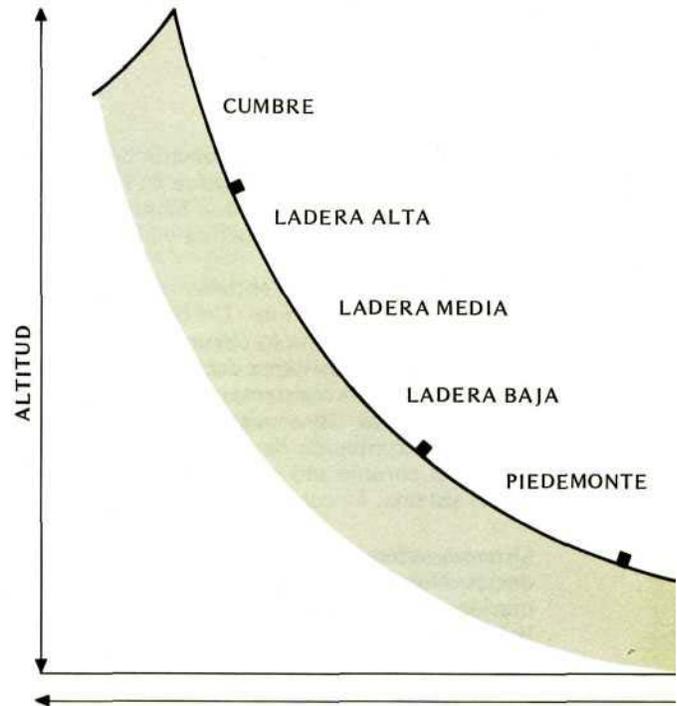
** **Abióticos:** *elementos inertes.*

*** **Fitocenosis:** *comunidad vegetal organizada en el ecosistema.*

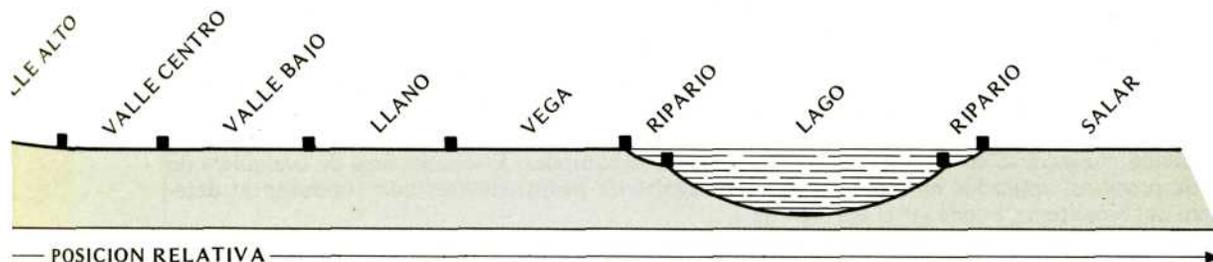
**** **Zoocenosis:** *comunidad animal organizada en el ecosistema.*

Gráfico 1.1.
 Esquemas Generalizados de las Proyecciones Vertical (a) y Horizontal (b) de una Cuenca.
 Los atributos más relevantes se caracterizan de acuerdo a la posición relativa de la cuenca.

(a)



ESQUEMA GENERALIZADO DE UNA CUENCA.



ATRIBUTOS

Vegetación artificial	Faunación	Estabilidad Ecosistema Natural	Grado de Artificialización	Diversidad Artificial	Estabilidad Ecosistema Artificial	Permanencia Población Humana	Amplitud Estación	Epoca de Residencia Población	Fitomasas Natural en Pie	Naturaleza de los Problemas	Riego
Desnudo	Insignificante	Baja	Insignificante	Baja	Baja	Ocasional	Insignificante	Ocasional-Veranada	Insignificante	Climáticos	Secano
Fauna Silvestre	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Tradera Utamontaña	Fauna Silvestre-Ganado en Veranada	↑	Baja	↑	↑	Estacional	Breve	Veranada	Baja	↑	↑
Bosque Deciduo	Fauna Silvestre-Pastoreo Ocasional	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Bosque Perennifolio	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Cultivo Forestal	Pastoreo de Temporada	↑	↑	Alta	Media	↑	Media	Estaciones Más Cálidas	Alta	Climáticos Edáficos	Secano
Tradera	Pastoreo Permanente (Ganado de Carne Pura)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Cereales	Pastoreo Permanente (En Rotación con Cultivos)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Chacra-Tradera	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Frutales-Chacra	Pastoreo Ocasional (Rastrojos)	Media	Alta	Media	Baja	Permanente	Todo el año	Todo el año	Media	Biocenosis	Riego Máximo
Chacra-Hortaliza-Tradera	Pastoreo Permanente (En Rotación con Cultivos)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Cereales-Traderas	↑	↑	↑	Alta	Media	↑	↑	↑	Alta	↑	↑
Cereales Hídricos-Traderas	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	Clima-Edáfico (Hídricos)	↑
Tradera	Pastoreo de Temporada	↑	Baja	↑	↑	↑	Breve	Epoca Seca-Invernada	Media	↑	Secano Humedad Natural
Plantano de Ciperáceas - Juncáceas	Fauna Silvestre Terrestre	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Lacustre Halófitas - Juncáceas	Peces Silvestres	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Halófitas - Juncáceas	Fauna Silvestre	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Desnudo	↑	Alta	Insignificante	Baja	Baja	Estacional Ocasional	Amplia	Todo el año	Baja	Edáficos (Salino)	Humedad Natural

a clase IV. El resto no son arables y suman 93,04% del total nacional. El 3% es de clase V, 8,6% clase VI, 16,3% clase VII y 65,1% clase VIII. La clase VIII representa a los suelos no agrícolas, aptos solamente para recreación y producción de agua (Cuadro 1.1).

Se define a la artificialización como la transformación o cambio de estado que ocasiona el hombre en el ecosistema como producto de las actividades propias de su evolución y desarrollo. El cambio de estado provocado por el hombre significa, además, cambios en el medio ambiente en el cual se desenvuelve y a los cuales debe adaptarse. Los cambios ambientales generados pueden ser de mayor o menor permanencia.

Los procesos generales de transformación del ecosistema de recursos naturales en estados artificiales son los siguientes⁹: Urbanización, Industrialización, Ganaderización, Culturización, Forestización y Devastación.

Los seis procesos pueden operar independiente o simultáneamente en la transformación del ecosistema natural en uno artificial. Expresado en términos relativos, el grado máximo de artificialización que puede lograrse es cien, lo cual se alcanza cuando el cambio es total (Gráfico 1.2). En un ecosistema cualquiera, cada uno de estos procesos se expresa en magnitudes diferentes, pudiendo conservarse en un cierto grado los elementos naturales. El estado final de cualquiera de estos procesos, aplicados en circunstancias y magnitudes inconvenientes que conducen al deterioro del ecosistema, puede ser el del 'agri desierto' .

Urbanización. Puede ser definida como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones de cambio de estado de un ecosistema desde el estado natural a uno de carácter urbano. El grado de urbanización puede alcanzar extremos cercanos a cero, cuando las tecnoestructuras urbanas desarrolladas dentro del ecosistema originalmente natural son insignificantes. Ello es lo que ocurre en campos alejados de la influencia humana, donde predomina la biogeoestructura. La urbanización incipiente ocurre en circunstancias en que las tecnoestructuras urbanas están incluidas en un sistema de baja artificialización, o bien, cuando la densidad de elementos urbanos es baja. El extremo opuesto lo constituyen los ecosistemas intensamente urbanizados.

Industrialización. Es el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones de cambio de estado de un ecosistema natural a uno de carácter industrial. El objetivo de la industria es la transformación de los elementos naturales del suelo, aire, plantas y animales en tecnoestructuras con diversos grados de artificialización, que cumplan el propósito de satisfacer necesidades de la socioestructura. El desarrollo creciente de la industrialización permite una mayor capacidad de transformar la biogeoestructura en tecnoestructura.

Ganaderización. Puede ser definido como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones que derivan de o conducen a estados ganaderos. Ganaderización es, por lo tanto, la aplicación al ecosistema original de agentes de transformación que artificializan el ecosistema¹¹.

Se considera que el cambio de estado desde un ecosistema natural a uno ganaderizado no implica solamente la inclusión del ganado o de la fauna en general, sino una transformación global del sistema. La ganaderización del ecosistema implica, por lo tanto, cambios armónicos de las estructuras que constituyen el ecosistema.

Forestización. Puede ser definido como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones que deriva de o conduce a estados forestales. El proceso de forestización comprende el conjunto de acontecimientos y acciones involucrados en la transformación del ecosistema en uno forestal.

Este proceso no incluye, obviamente, sólo las actividades de forestar, es decir, las de establecer alguna especie forestal, sino que comprende el proceso global de transformación que involucra tanto las modificaciones de la biogeoestructura como el de la socioestructura y tecnoestructura, tales como construcción de caminos, desarrollo de viveros, establecimiento de aserraderos, elaboración de la madera, organización de predios forestales coherentes y diversos otros acontecimientos y acciones que usualmente pasan inadvertidos¹².

Cuadro 1.1. CLASIFICACION DE LA CAPACIDAD DE USO MULTIPLE DE LA TIERRA

Clase de Uso	Características	Uso Primario	Uso Secundario
Tierras Arables			
I	Tierras excelentes sin limitaciones de uso. Planas o con pendientes muy ligeras, profundas, fértiles, buena textura y permeabilidad, no erosionables. Pueden ser de riego o de secano.	Frutales Cultivos	Cultivos forrajeros Vida silvestre Recreación
II	Tierras buenas con ligera limitación de uso. Planas o ligeramente inclinadas en cuyo caso pueden estar expuestas a la erosión. La textura puede variar entre extremos algo más arenosos o arcillosos que la clase anterior; profundidad media. Puede ser de riego o secano.	Cultivos Frutales Cultivos forrajeros	Vida silvestre Recreación
III	Tierras moderadamente buenas, con limitaciones moderadas de productividad. Planas, ligeramente inclinadas o lomajes con pendientes moderadas. Susceptibles de erosión, requieren de fertilizantes, escasa profundidad; y los rendimientos son generalmente medios. Puede ser de riego o secano.	Cultivos Cultivo forrajero Praderas	Frutales Vida silvestre Urbano-industrial Recreación
IV	Tierras regulares con limitación para cultivos. Escasa profundidad, excesiva pedregosidad, baja fertilidad, textura arenosa o arcillosa, salinidad, pendiente sobre 5 por ciento u otras limitaciones. Pueden ser de riego o secano.	Praderas Cultivos Forestal Urbano-industrial	Cultivos forrajeros Vida silvestre Recreación
Tierras No Arables			
V	Tierras ganaderas. Suelos planos o ligeramente inclinados, potencialmente cultivables. Sus problemas pueden ser de drenaje, inundaciones frecuentes, pedregosidad excesiva, climáticos u otros, algunos de los cuales se pueden resolver con inversiones específicas.	Praderas Forestal Producción de agua Urbano-industrial	Vida silvestre Urbano-industrial
VI	Tierras forestales sin limitaciones importantes. El porcentaje de pendiente, el riesgo de erosión, el clima y otras causas impiden cultivarlas.	Forestal Pradera Produc. de agua Recreación	Vida silvestre Urbano-industrial
VII	Tierras forestales con limitaciones mayores. Se acentúan las características que imposibilitan su uso en cultivos. Su uso ganadero es restringido.	Forestal Producción de agua Recreación	Vida silvestre Urbano-industrial
VIII	Tierras no aptas para pastoreo ni cultivo forestal. Serías limitaciones de uso, debido a topografía, clima, etc. Agrupa a los terrenos constituidos por roqueríos, nevados, glaciales, pantanos no drenables, dunas, desiertos, sin posibilidades de regadío, etc.	Producción de agua Recreación	Vida silvestre Urbano-industrial
<i>Fuente: Gastó y Gastó, 1970 (modificado).</i>			

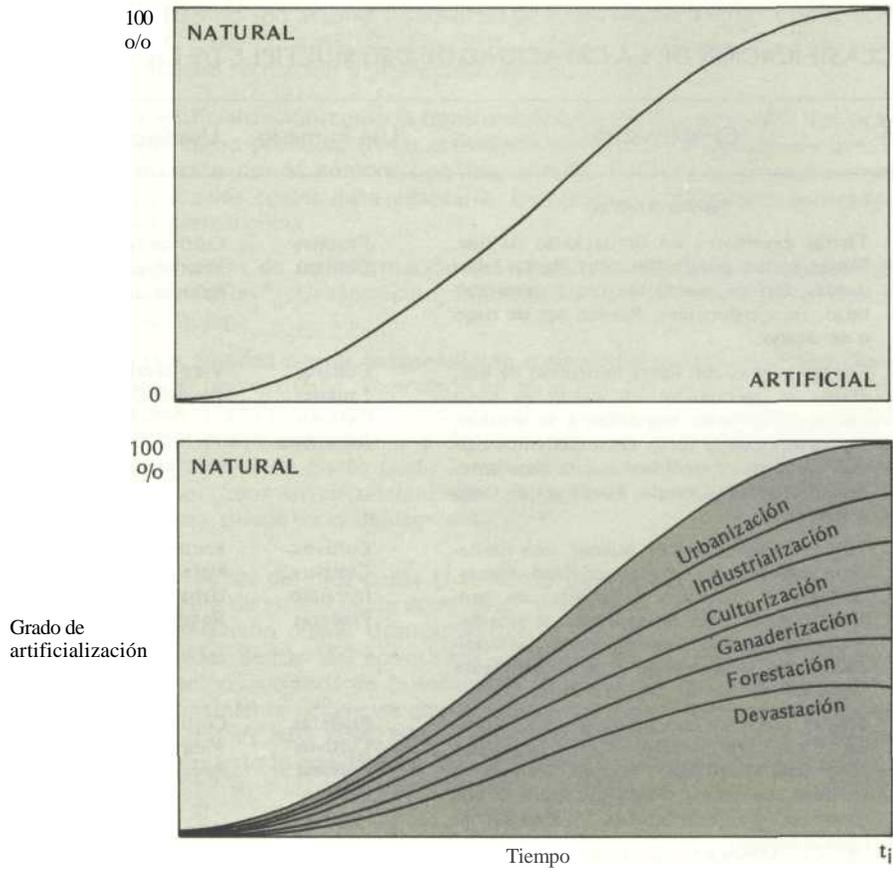
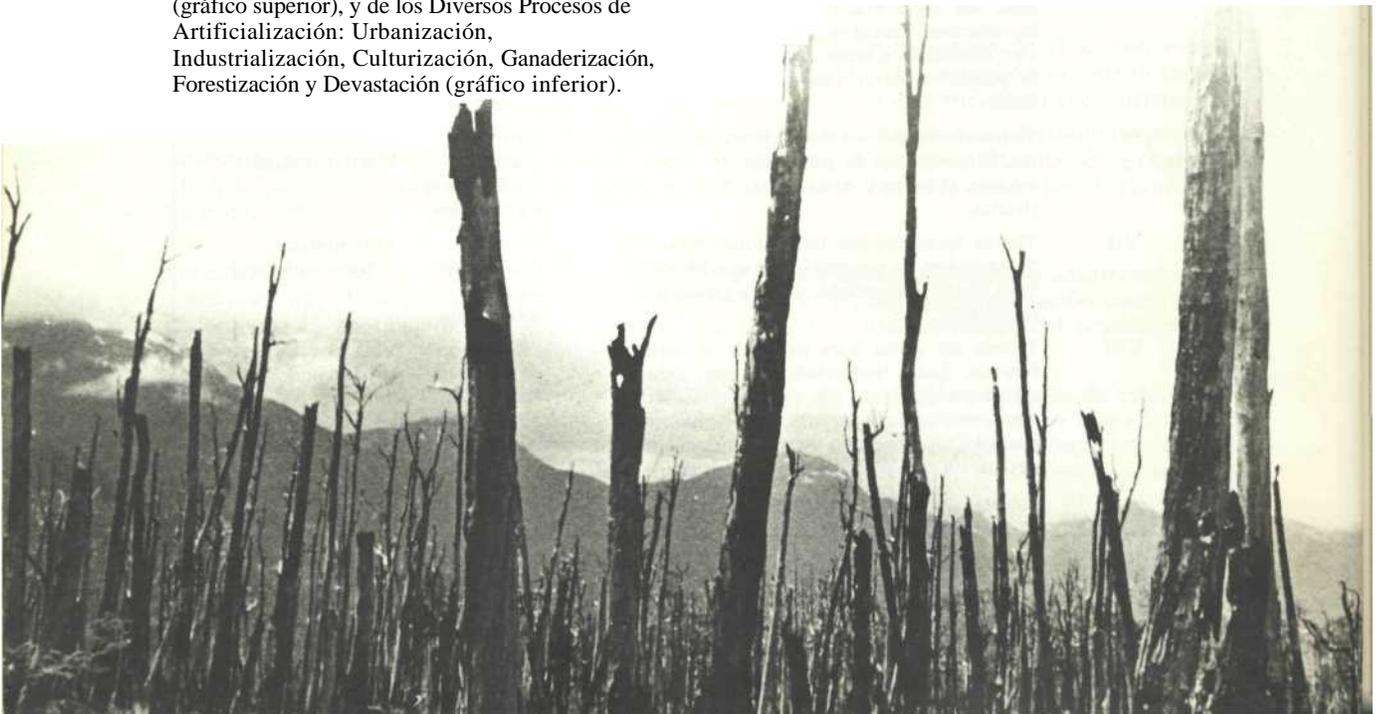


Gráfico 1.2.
 Esquema General de Incremento de la
 Artificialización de un Ecosistema Cualquiera
 (gráfico superior), y de los Diversos Procesos de
 Artificialización: Urbanización,
 Industrialización, Culturización, Ganaderización,
 Forestización y Devastación (gráfico inferior).



Ecodesarrollo y ecosistema

'Ecodesarrollo' es un estilo de desarrollo que intenta dar soluciones específicas a los problemas particulares de cada región natural, de acuerdo con sus características ecológicas y culturales y según sus necesidades tanto inmediatas como de largo plazo¹. Esto implica la comprensión de los problemas relativos a los recursos naturales y la formulación de un marco conceptual en el cual se inserten². De este modo, el planteamiento ecodesarrollista puede contribuir a la definición de una posible estrategia de solución. Sus características son las siguientes³:

- En cada región natural el esfuerzo se dirige al aprovechamiento de sus recursos para satisfacer las necesidades fundamentales de la población en materia de salud, alimentación, alojamiento y educación, sobre una base realista, con el fin de evitar las distorsiones propias de la sociedad de consumo.
- El ecodesarrollo debe permitir la realización plena y humana, por ser el hombre el recurso más valioso.
- La identificación, valorización y manejo de los recursos se lleva a cabo con una perspectiva de solidaridad con las generaciones futuras.
- Las consecuencias negativas de la actividad humana sobre el ambiente antrópico se reducen mediante procedimientos de organización de la producción que permitan aprovechar los elementos complementarios y utilizar los desperdicios con fines productivos.
- Se prefieren formas naturales actuales de combustible sobre los combustibles fósiles.

- Se considera un estilo tecnológico particularmente adaptado a una sociedad en armonía con su medio. El cambio tecnológico surge como variable multidimensional en el proceso de planificación.

Las circunstancias actuales obligan a pensar en la necesidad de definir los objetivos que se persigan en un desarrollo sano y acorde con un enfoque ecosistémico. El ecodesarrollo debe permitir seleccionar entre los diversos estados del hombre y su medio aquel que le permita optimizar la relación para lograr una armonía permanente entre ambos: disfrutar de un hábitat que optimice las condiciones para una salud corporal y mental estable, y en el cual los intereses del grupo sean compatibles con los individuos. Debe considerar, también, la estabilidad que debe lograr la socioestructura en lo que respecta a su crecimiento ya que, siendo limitada la capacidad de la biosfera, no es posible pensar en un crecimiento ilimitado sin afectar la armonía de la biogeoestructura. La socioestructura debe estabilizarse en un tamaño tal que las disponibilidades de recursos y condiciones ambientales le permitan obtener un desarrollo material óptimo, generando condiciones permanentes para lograr un mejoramiento mental y espiritual continuado.

En este sentido, los avances tecnológicos deben ser empleados en beneficio de la humanidad, enmarcados, por lo tanto, dentro de la idea de conservación de la naturaleza, entendiéndola como una ordenación de los recursos naturales de la tierra, al aire, al agua, al suelo, a las diferentes especies de plantas y animales y al hombre, a fin de lograr una óptima y permanente calidad de vida para la humanidad⁴.

Culturización. Este proceso puede ser definido como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones que deriva de o conduce a estados de cultivos. Entre los estados y tipos de cultivos puede mencionarse: cerealicultura, horticultura, fruticultura, chacarería, plantas industriales o cualquier otra.

Devastación. Este proceso de artificialización puede ser definido como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones de 'cosecha' de los elementos más valiosos del ecosistema natural, que se expresa en una secuencia ordenada de estados degradados del ecosistema, lo cual concluye en el estado de 'agri deserti'.

No existe, en este caso, el propósito de mejorar el ecosistema a través de procesos definidos de artificialización —como lo son la urbanización, industrialización, ganaderización, forestización y culturización—, sino que solamente se procura retirar los elementos más valiosos que se encuentran en el ecosistema para utilizarlos en otros sistemas ecológicos, sin que exista ningún fin o acciones destinadas a su mejoramiento. Ante tales circunstancias, la única meta posible es, usualmente, el 'agri deserti'.

En la realidad, en cualquier ecosistema, los seis procesos de artificialización analizados ocurren simultáneamente y en distintas intensidades. En cada región geográfica, y de acuerdo a las características socioestructurales de la población, los ecosistemas naturales se transforman, para cada uno de los procesos, en grados diferentes de artificialización, dando, en esta forma, un estado diferente de armonía del estado del ecosistema logrado¹³.

El desarrollo urbano afecta intensamente a todos los procesos, expandiendo las fronteras de la acción humana, lo cual implica necesariamente una reducción de los ecosistemas naturales¹⁴. La presencia de urbes desencadena usualmente procesos degradativos de los ecosistemas periféricos, y de otros más alejados sometidos a su influencia, debido a los requerimientos de productos por parte de la urbe para su sustentación y a las modalidades que imprime el desarrollo cultural, laboral y social de la población en los procesos de artificialización de la cuenca y de la región, proceso recíproco que alcanza tanto a las relaciones 'urbe—> campo' como 'campo ---->urbe'.

Por otra parte, no puede existir un desarrollo urbano permanente si no existe una armonía real entre el componente biogeoestructural y tecnoestructural. El desarrollo urbano debe ser consecuencia de la búsqueda de armonía o simetría entre campo y urbe. Los pueblos y ciudades deben ser armónicos con los recursos naturales y su ordenamiento espacial en la cuenca. La presencia de centros periféricos, destinados al saqueo o devastación de los recursos naturales fácilmente cosechables y generadores de riquezas rápidas, ha sido, por siglos, la modalidad preponderante en el continente americano. Se ha desarrollado una estructura y una cultura de la devastación, lo cual concluye necesariamente en la destrucción del ecosistema y, por ende, en la destrucción de la socioestructura y del hombre mismo. El desarrollo se ha caracterizado por el flujo de materias primas agrícolas y geológicas de bajo costo hacia los ecosistemas-centro, representados por las capitales internacionales, nacionales y regionales.

Mientras más crece la urbe, mayores son sus necesidades y más se alejan las posibilidades de encontrar la forma de satisfacer las necesidades tecnoestructurales y socioestructurales a través del aporte de recursos de los ecosistemas periféricos que los alimentan, originados en la devastación de los recursos naturales renovables localizados en las diversas partes de la cuenca, de la región o del país.

Durante las próximas décadas deberá invertirse el proceso, y deberá tenderse cada vez más hacia una mayor armonía entre los recursos naturales, representados formalmente por la biogeoesctructura y por la tecnoestructura, susceptible de desarrollarse a partir de éstos, todo lo cual deberá ajustarse a la socioestructura susceptible de soportar el sistema. Lo anterior corresponde a la búsqueda de la armonía que debe existir entre las tres estructuras esenciales del sistema: biogeoesctructura, tecnoestructura y socioestructura (Gráfico 1.3).

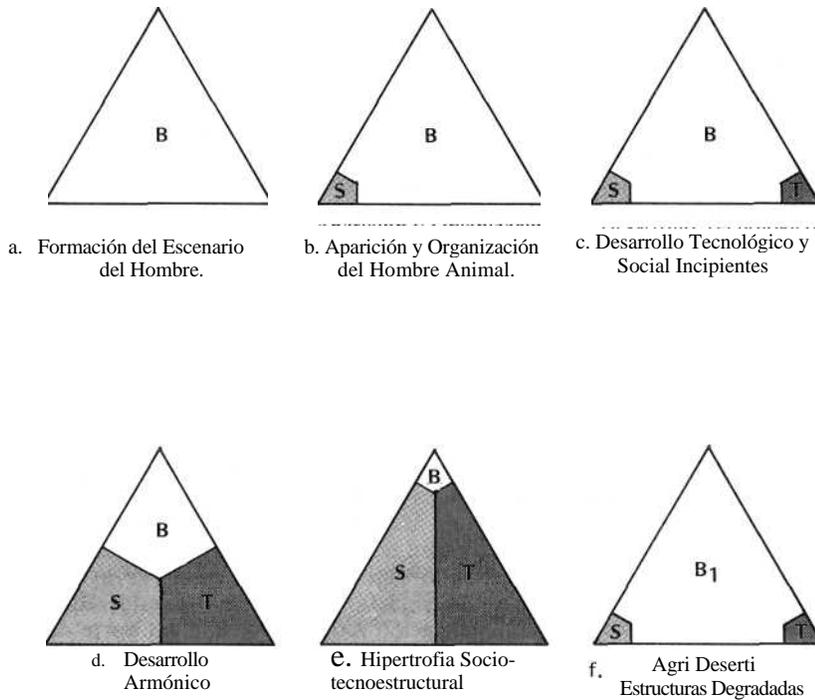


Gráfico 1.3.
Esquema Generalizado de la Evolución del Tamaño Relativo de los Componentes Biogeoestructurales (B), Tecnoestructura (T) y Socioestructura (S), de un Ecosistema Cualquiera en la Ecósfera.

Desarrollo histórico de los ecosistemas en Chile

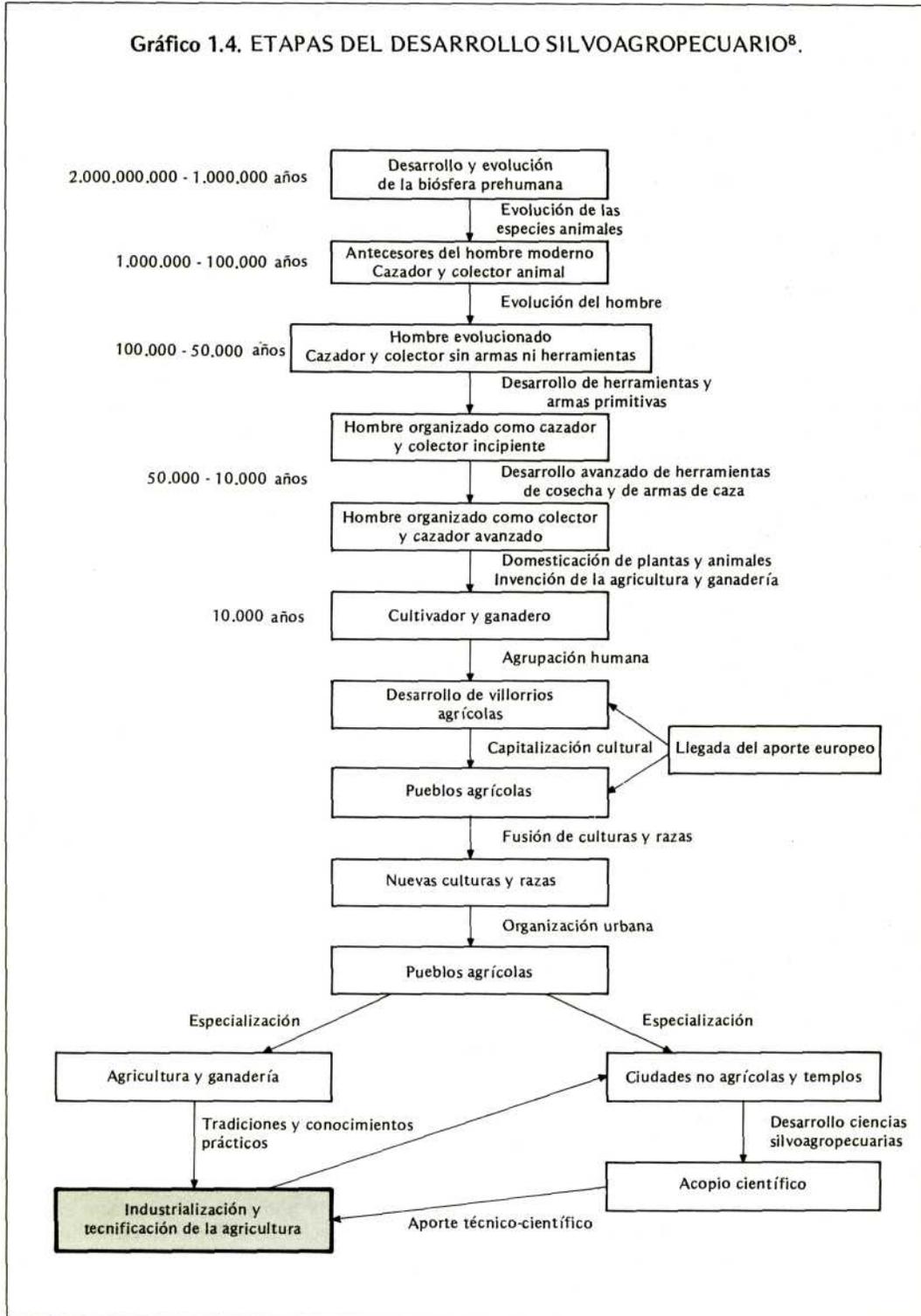
Evolución del Escenario Natural

La configuración actual de los ecosistemas es el resultado de un largo proceso de transformaciones, en el cual han intervenido procesos internos de la corteza terráquea, la evolución y transformación propia de la biocenosis a través de más de dos mil millones de años y la aparición reciente del hombre, hace apenas un millón de años. El estado actual y la proyección de los problemas ambientales sólo se conciben y explican en una dimensión histórica de la trayectoria de los eventos y etapas de su evolución.

La historia de la evolución de los ecosistemas en el planeta se inicia hace más de cinco mil millones de años, cuando la Tierra era sólo una masa esférica de materia que se encontraba a temperaturas muy altas. Fue necesario que pasaran varios millones de años para que la temperatura se redujera a niveles que permitieran alguna forma de vida.

Los seres vivos se adaptan al medio en forma individual, modificando su morfología, tamaño o funcionamiento interno, lo cual se denomina plasticidad ecológica. Es una característica propia de

Gráfico 1.4. ETAPAS DEL DESARROLLO SILVOAGROPECUARIO⁸.



a los de otras especies animales con las cuales ha competido tradicionalmente en la utilización de los limitados recursos disponibles. Las transformaciones ecosistémicas provocadas por la acción del hombre desde su aparición en la Tierra han sido determinadas por las diversas modalidades de desarrollo y avances científicos y tecnológicos logrados en el transcurso de su historia. Las etapas de desarrollo histórico de los ecosistemas terrestres y dulceacuícolas* nacionales han estado condicionadas, fundamentalmente, por el proceso natural de evolución de la biosfera, el modelo de desarrollo europeo y el modelo autóctono, adaptándose en el transcurso del tiempo a la acción de otras influencias y necesidades.

Período Pre-hispánico

El primitivo habitante de Chile, que arribó hace unos catorce mil años, fue predador de la fauna silvestre que lograba capturar y de los frutos naturales, hojas y raíces que recolectaba con sus manos. Con la posterior incorporación de implementos, tales como flechas, lanzas y trampas, sus disponibilidades de alimento dejaron de estar limitadas por su capacidad de captura y cosecha, comenzando a estarlo por la capacidad productiva de la biocenosis natural. El desarrollo de herramientas lo hizo más eficiente en la cosecha de productos vegetales, y paulatinamente, fue aprendiendo y practicando cierto manejo del ecosistema.

Con anterioridad a la llegada de los ejércitos incásicos a Chile, ocurrida alrededor del año 1450, existía ya en el centro y sur del país una cultura avanzada. Era la cultura chibcha, que se expresaba materialmente a través de la alfarería, de los avances en la industria del tejido, en la crianza de ganado doméstico y en la agricultura¹⁵. La conquista incásica de Chile se afianzó hasta el río Maule y duró hasta la llegada de los conquistadores hispánicos, poco menos de un siglo después. Los incas se caracterizaban por no destruir las culturas existentes en los territorios que conquistaban, dándoles, además, una unidad territorial y un ordenamiento político, de comunicaciones, de comercio y cultural equivalentes a los de una gran nación. Fomentaron también las obras de riego, que ya existían en el país.

A la llegada de los conquistadores españoles, en la primera mitad del siglo XVI, se observaba ya un panorama con intervención marcada de los nativos del país. Los indígenas vivían de la agricultura y ganadería y no de los frutos naturales de la tierra, como frecuentemente se ha dicho, siendo el avance agropecuario del país un legado de las culturas que precedieron a la incásica. El riego se empleaba hasta el río Cachapoal, y la base de su alimentación eran los cultivos de maíz, papas, frijoles pallares, quinoa, madi, ají, zapallos, calabazas, mango (cereal), tabaco y una avena pequeña¹⁶. Sólo se practicaba una agricultura de riego en el ambiente árido chileno. En ninguna parte del Norte Chico existía una agricultura de secano y toda la producción de alimentos estaba basada en la construcción de sistemas de regadío en torno de los valles, y en el desarrollo de una agricultura de riego. Era una agricultura de valles, los cuales producían abundancia de granos y ganado¹⁷. Hacia el sur, la agricultura era de secano.

Entre las fibras, utilizaban la del algodón que cultivaban en los valles del Norte Grande y Chico y la de una planta natural no identificada que llamaban *cabuya majalán*¹⁸. Antes de la invasión incásica, los naturales consumían pescado de agua dulce y salada, mariscos del mar y carne de chinchillas. Herrera¹⁹ indica que utilizaban los peces para su sustento; y por último, en la literatura, se menciona también a los perros o chollos, que se consumían ocasionalmente.

La fauna silvestre de caza era abundante en el Norte Chico, según se desprende del relato de Lovera²⁰, quien expresa que la abundancia de perdices era tan grande que en un día de caza se capturaban 40 perdices, a pesar de la calidad de las armas de la época. Indica que, además de aves, tenían importancia los venados, camélidos silvestres —posiblemente guanacos o vicuñas— y ardas cenicientas —posiblemente vizcachas o chinchillas—. La vida silvestre de caza mayor jugaba un papel importante, de acuerdo con las crónicas que estimaban la población de guanacos en una cifra superior a 1.000.000 de animales. Fuera de ello, otras especies tales como el huemul del sur y del norte, el pudú y varios otros, proporcionaban abundante alimento.

- Dulceacuícolas: *de agua dulce*.

El aumento de la población, como consecuencia del arribo de tribus tales como los araucanos, originó mayor demanda, la que fue suplida por la habilitación de suelos para la ganadería y agricultura mediante el roce a fuego y por otras técnicas. Los métodos culturales eran simples, por lo que se presume que los rendimientos por unidad de superficie eran más bien bajos, y por ello era necesario disponer de una elevada superficie habilitada de suelos. Una confirmación de esto son los relatos de Villagra, en su viaje a Chiloé, que indican que en el llano central de Osorno y Llanquihue se encontró abundancia de praderas y árboles de escaso desarrollo.

La ganadería presentaba un desarrollo moderado y se dedicaba tanto a la producción del alimento necesario para la población como también a actividades relacionadas con lana, pieles y tracción. Una parte de la producción pecuaria provenía de animales domésticos, tales como los camélidos que se extendían en forma natural hasta la isla de Chiloé.

La base ganadera de los mapuches era producto de la asimilación a la cultura chibcha chilena de dos especies domesticadas: la alpaca y llama²¹, que en Chile se denominaban *hueque* y *chllihueque*. Según Diego de Rosales²², era gran riqueza de un indio tener 2 ó 3 de estos animales. Si se relaciona la población humana con la riqueza ganadera per cápita, es legítimo deducir que la masa ganadera puede haber sido considerable. Otro explorador, Juan Bautista Pastene, al llegar a Chiloé en el año 1544, vio en San Pedro o Carelmapu abundancia de sementeras de maíz y otros cultivos y tomó 20 llamas y alpacas domésticas de los indios²³.

Introducción de Especies, Tecnología y Orden Europeo (1536-1600)

La llegada del colonizador español a América trajo consigo cambios de la más variada naturaleza. El hombre europeo era diferente en su actitud frente al medio, en relación a su contrapartida del Nuevo Mundo. Introdujo un concepto de vida diferente que incluía tanto la religión, el vestuario, las relaciones humanas, la genética racial, las jerarquías, la lealtad y el vasallaje. Todo lo cual trajo, como consecuencia, modificaciones profundas en la utilización de los ecosistemas.

De esta manera, la introducción del hombre europeo en los ecosistemas chilenos significó cambios profundos en sus elementos integrantes como, asimismo, en la concepción de éstos, y en la idealización de su estructura y de su funcionamiento. El conocimiento de la metalurgia del hierro, el desarrollo artesanal y la disponibilidad de elementos de tracción animal y mecánicos trajo como consecuencia la estructuración de modelos silvoagropecuarios más productivos y eficientes. El desarrollo de estos modelos requería de elementos de trabajo, densidad poblacional alta y disponibilidad de la flora y fauna domesticada en su medio natural. Afanosamente, el elemento hispánico trató de reproducir su propio modelo en las tierras de América. No lo logró jamás, pero, en cambio, desarrolló un nuevo ecosistema que integraba algunos de los mejores componentes del sistema europeo y del americano, de acuerdo a la interpretación de la época.

El éxito inicial de la aplicación de estos esquemas fue variable. Almagro, el descubridor de Chile central y norte, organizó una estructura extractiva del macrosistema chileno: sólo le interesaba retirar metales preciosos que pudieran saciar su interés personal. Jamás comprendió que el éxito de su empresa dependería de su habilidad de hacer funcionar este macroecosistema y por ello fracasó.

Pedro de Valdivia, coetáneo de Almagro, con otra concepción y sacando provecho de su antecesor, concibió un desarrollo integral y permanente del macroecosistema chileno. Sabía por experiencia que las limitantes principales a la productividad eran las disponibilidades hídricas y la calidad de los suelos. Le bastó llegar al valle del Mapocho para percatarse de su potencial productivo, requisito fundamental para sustentar una nueva nación.

A continuación, exploró gran parte del territorio, con el objeto de conocer la cantidad y calidad de los recursos de los cuales dispondría. Comprendió que, inicialmente, el esfuerzo debería localizarse en los mejores ambientes, puesto que allí se obtendrían mejores resultados. Pudo haber desarrollado un solo lugar y, sin embargo, organizó y desarrolló, en sólo 12 años, un país entero. Organizó la utilización de los recursos naturales con un criterio conservacionista y dictó normas para evitar la destrucción de ellos. Cabe destacar su concepción de manejo del ecosistema, al resaltar su ímpetu en hacer producir lo que el medio abiótico indicaba como aconsejable, para lo cual introdujo aquellas especies vegetales y animales mejor adaptadas.

Comprendió las características fisiográficas del territorio y estructuró un modelo para mantener a la nueva nación integrada a las demás. Entendió que el país, en general, era un ecosistema, una unidad, pero también comprendió que esta gran unidad estaba dividida en otras más pequeñas o microecosistemas constituidos, en cada caso, por las cuencas y valles de cada sistema fluvial. A cada una de ellas la organizó y le dio una estructura autónoma y, al mismo tiempo, integrada. Es difícil encontrar un descubridor y colonizador con una mejor concepción del ecosistema que el primer gobernante de Chile. Los fundamentos de esta estructura aún perduran.

La capacidad de transformación de ecosistemas, utilizando la tecnología europea, era superior a la tradicional americana, pero el empleo generalizado del fuego y de la tracción llegó a menudo a destruir el sistema natural. Estas transformaciones no se hacían por malicia sino que eran, eventualmente, el resultado del deseo de progresar, de la ignorancia o de la ambición.

Las transformaciones del ecosistema, originadas en las introducciones hispanas, pueden agruparse, desde el punto de vista de utilización de los recursos naturales, en varias categorías: introducción de nuevas especies de plantas y de animales, introducción de rotación y barbechos, empleos de la tracción animal en labores agrícolas y de transporte humano y métodos de cultivo al voleo. Se caracterizó el uso de la tierra y se utilizó recursos que, hasta ese entonces, el nativo no había sido capaz de aprovechar. La demanda de productos para alimentos, vestuario y exportaciones también cambió.

Los conquistadores trajeron consigo los elementos necesarios para modificar el ecosistema y hacerlo más productivo para el hombre, utilizando las técnicas y elementos de la Europa mediterránea. Corresponde a esto la introducción de cereales, vides y, en general, todos los frutales del Viejo Mundo: ciruelos, duraznos, damascos, higueras, nogales, almendras, naranjos, perales, olivos y especialmente manzanos. Se introdujo también anís, comino, lino y cáñamo. Se reglamentó la corta de los árboles forestales, lo que solamente podía efectuarse con previo permiso del Cabildo²⁴. La autoridad reglamentó la distribución del agua, a la que le correspondía vigilar, se ordenó marcar a los animales y se veló por la conservación de las crías y padrones.

Los terrenos forestales fueron protegidos y se reglamentó la corta de árboles para obtener madera, pues se tenía especial preocupación por la conservación de las vertientes y cuencas para producir agua. Esta reglamentación no se aplicó; sin embargo, los bosques no se destruyeron ni se explotaron inicialmente en forma excesiva, debido a la falta de demanda y de la capacidad de desmontar. Es así que lo más característico de la agricultura de la Conquista fue la introducción de especies de plantas y animales del Viejo Mundo, las que prosperaron rápidamente. Al término del siglo XVI se calcula que ya existían 800.000 ovinos solamente en el área de influencia de Santiago. Las otras especies animales que se introdujeron tuvieron también un desarrollo significativo durante el mismo período: vacunos, equinos, porcinos, caprinos y aves. Las especies animales autóctonas disminuyeron hasta desaparecer en un corto período. Los camélidos, que formaban la base ganadera de Chile hasta la isla de Chiloé, fueron desplazados a terrenos relictuales, con características de marginales.

La necesidad de productos pecuarios cambió en un período corto. La demanda de sebo y cuero en el Reino de Chile y en el Virreinato del Perú, los transformaron en los rubros con mayores requerimientos, muy superiores a los de la carne. La única materia prima para producir luz era el sebo, en tanto que el cuero era requerido para el vestuario y para el ejército. La lana se empleaba para confeccionar prendas de vestir, en un medio donde no se producía el algodón. El subproducto animal de mayor importancia era la carne, que en su mayor parte se desperdiciaba, con lo cual se llegó a ocasionar algunos problemas de polución, obligándose a tomar medidas para evitar la contaminación atmosférica²⁵.

El enriquecimiento de la agricultura autóctona a través de los aportes de los conquistadores fue compensado con el aporte de elementos nativos. El trigo, la cebada, los frutales y las hortalizas se introdujeron en la misma época, pero no lograron desplazar completamente a los elementos autóctonos americanos: papa, maíz, quinoa, tomate, ají, frijol, madi, mango, teca, palta, lúcuma, chirimoya, papaya y otras especies domesticadas. Algunas de ellas desaparecieron posteriormente sin lograr expandirse y desplazar a las especies del Viejo Mundo. Sobresalen, sin embargo, la papa y el maíz como dos de los cultivos nativos que contribuyen actualmente al sustento de los habitantes del mundo moderno.

Los naturales eran expertos chacareros cultivando el maíz, papas, zapallo, ají, calabazas y muchos otros cultivos que se introdujeron rápidamente como alimentos en las nuevas ciudades; pero no ocurrió lo mismo con los cereales autóctonos. La teca o avena nativa, diversos cereales y el mango (*Bromus mango*) desaparecieron y se redujeron en importancia en un corto período, dando paso a los cereales europeos, especialmente trigo, avena, cebada y centeno. Luego de la introducción de estos cereales de clima templado, el trigo adquirió la mayor importancia. En 1548, se instaló el primer molino de granos en Chile, y en 1552 el segundo, un año después el tercero, y a fines del siglo XVI había abundancia de molinos de granos en todo el país.

Los colonizadores europeos introdujeron el concepto de barbecho y de rotaciones en Chile, sin los cuales hubiera sido muy difícil desarrollar la agricultura colonial. Era la estrategia más recomendable para mantener la fertilidad del suelo, controlar las malezas y maximizar la producción.

Otra característica digna de destacar de la Colonia es la institucionalidad del orden europeo. Se organizó el país en provincias o términos que abarcaban áreas extensas de territorio, mayores que las actuales provincias, pues correspondían a agrupaciones de ellas. Incluía La Serena, Santiago, Bío-Bío, Concepción, Villarrica, Valdivia y Osorno. Se organizaron ciudades en las cabeceras de provincias y sus respectivos cabildos o gobiernos locales. Las estancias o haciendas equivalían, en cierta medida, a una división de la provincia. La jerarquía del predio agrícola se organizó de manera que los agricultores y ganaderos desempeñaban también la función de oficiales. Las provincias se integraban en un ecosistema nacional unificado por los escasos caminos y senderos, comunicaciones y organizaciones del país. Ello, a su vez, estaba integrado al Virreinato del Perú y éste al Imperio. La producción agrícola debió adaptarse a esta nueva estructura política, administrativa y de comercio. El ambiente y su transformación, y su eventual deterioro, tuvieron, de esta manera, un cierto orden jerárquico, bajo el cual operaron las acciones antrópicas.

Estabilización Colonial (1600-1810)

Resulta difícil, en la actualidad, distinguir entre lo que corresponde a la ocupación de nichos y desarrollo agrícola-ganadero con lo que fue verdaderamente destrucción del paisaje. No podían introducirse especies o habilitar suelos para aumentar la productividad sin ejecutar transformaciones importantes en el paisaje y, por ende, en el medio ambiente nacional.

Una de las limitantes principales para la agricultura en las épocas de la Conquista y de la Colonia, fue la cubierta arbustiva y arbórea que ocupaba los suelos susceptibles de ser utilizados, siendo la aridez del medio otras de las limitantes. La habilitación de suelos y desarrollo de obras de regadío permitió aumentar paulatinamente la producción, a medida que las necesidades aumentaban, lo cual fue de poca consideración. A fines del período se construyó la primera obra de ingeniería de riego —el Canal San Carlos, en el valle de Santiago—, que permitió el riego de suelos profundos y altamente productivos, obra que se proyectó en 1709, pero que comenzó a operar en 1815.

Según Cunill²⁶, la destrucción del paisaje chileno se inició en el siglo XVI con la llegada de los españoles, pero luego se aceleró para tomar mayor auge en el siglo actual. La nalca, la palma, el quillay y otras especies fueron casi exterminadas. El bosque santiaguino se destruyó en el siglo XVI, no alcanzando a resistir 40 años de dominación española, calculándose que, entre 1552 y 1558, los conquistadores cortaron 12.000 árboles, los que fueron utilizados en construcciones. Este proceso se acentuó en el siglo XVIII, provocando la desaparición de una alta proporción de flora y de fauna en la zona central. La destrucción, sin embargo, debió haber comenzado mucho antes de la llegada de los conquistadores; de otra manera no es posible explicarse los cambios fisionómicos que describen los cronistas e historiadores en relación a la vegetación el *clímax** que debería existir en cada una de las regiones.

Hasta comienzos del siglo XVIII, los valles del Norte Chico fueron lentamente ocupados, pero al comenzar la explotación minera, la necesidad de producir más alimento originó una intensificación

* *Climax: estado de máximo desarrollo natural de un ecosistema en un ambiente determinado y que corresponde a su estado de equilibrio,*

del cultivo del trigo y comenzó a manifestarse la erosión, acompañada de la desaparición de especies animales de la zona, tales como la vizcacha, el guanaco y la vicuña.

Los productos más importantes que sustentan la economía de Chile en el siglo XVII eran, según Ovalle, la ganadería destinada a la producción de sebo y cuero para la exportación al Perú, Panamá, Colombia, Argentina y de allí a Brasil; cáñamo para los navíos e hilo y mulas para las minas de Potosí; cocos de los bosques naturales de palma (*Jubaea chilensis*) y almendras, legumbres y comino.

La agricultura, a comienzos de los siglos XVII y XVIII, no tenía mayores incentivos. Las necesidades de la población se satisfacían con poco esfuerzo y no se producía más porque no había a quién venderle. Se sembraba sólo para suplir la escasa demanda y cuando, por alguna causa fortuita, escaseaba el alimento, las autoridades ordenaban aumentar el área cultivada y prohibían las exportaciones de productos agropecuarios al Perú.

La reducida producción de cultivos era obtenida *in situ* o debía recorrer distancias muy cortas. La carencia de caminos y las dificultades de transportes no eran, en ese entonces, limitantes de la producción. En 1680 se construyó el puente de *Cal y Canto* sobre el Mapocho; y en 1687 se construyeron varios puentes para darle salida a los productos de exportación hacia el Perú.

En forma paulatina se continuó limpiando los terrenos agrícolas cubiertos del bosque nativo. Las vías de comunicación aumentaron poco a poco y tomaron mayor auge al término del período como una respuesta a las necesidades cada vez mayores de poder contar con vías de comunicación que permitieran comercializar algunos productos que demandaban mercados externos.

La etapa de estabilización agrícola colonial es una de las más prolongadas y donde se registran los menores cambios que modifiquen estructuras o magnitudes. La época colonial se caracterizó por una marcada abundancia de todos los productos agrícolas de origen europeo, los cuales se podían adquirir a menudo sin costo alguno. Los frutales como ciruelos, almendros, nogales, durazneros, damascos, higueras, naranjos, perales, olivos, guindos y especialmente manzanos eran muy abundantes. Las legumbres, el anís, comino y cáñamo también se cultivaban. A fines del siglo XVIII la producción agrícola excedía a las demandas y era posible exportar, enviándose cargamentos al Perú equivalentes a 150.000 fanegas de trigo.

La dificultad de encontrar mercado a una serie de productos, especialmente de origen vegetal, obligó a los agricultores a concentrar sus esfuerzos en algo más remunerativo como lo era, por ejemplo, la crianza de animales. La ganadería, al término de la Colonia, obedecía en su desarrollo a las condiciones del medio. En el Norte Chico predominaban los caprinos, de Aconcagua a Maule, los bovinos, de Maule al Bío-Bío, los ovinos y en la región insular de Chiloé, los cerdos²⁷.

El Ecosistema Nacional en el siglo XIX (1810-1913)

Dos hechos se conjugan en este período, de manera tal que las repercusiones posteriores fueron importantes: la libertad de comercio y el cambio de actitud de la población, que se canalizaron en la planificación y desarrollo de la utilización de los ecosistemas. Se hicieron caminos, puentes, canales de riego hasta completar un millón de hectáreas bajo agua; se desarrollaron ciudades importantes en todo el país y se incorporó la Araucanía y Magallanes²⁸.

La falta de una mayor demanda de producción había constituido el mayor freno al progreso. Durante los primeros años sólo se cultivaban los mejores suelos de los Valles Transversales y Llano Central. La mayor demanda de superficie cultivada obligó a trasladarse a los suelos más pobres, los que presentan las mayores probabilidades de degradación del sistema.

El aumento de demanda de producción, generada por la libertad de comercio, no se tradujo, sin embargo, en hechos concretos de importancia inmediata, pues fue necesario preparar al país para un desarrollo posterior. Faltaban aún las estructuras económicas y la infraestructura requeridas para producir y exportar.

Las posibilidades de mejorar el ecosistema tenían su mayor limitante en las dificultades de transportar los productos agrícolas desde el microecosistema predial e introducirlos en el macroecosistema nacional e internacional. En 1840 se estudió la construcción de un canal navegable entre

Santiago y Valparaíso y, en la misma época, se inició la construcción de la flota de cabotaje, lo que permitiría exportar la producción agrícola y los recursos naturales extraídos de los ecosistemas nacionales. Pocos años después de la iniciación de la navegación a vapor, en 1840, ya había 32 vapores dedicados al comercio con los países vecinos.

La construcción y mejoramiento de los puertos era necesaria para aprovechar las facilidades de transporte marítimo; sin embargo, faltaban los caminos de acceso. Algunos caminos y puentes se construyeron pero eran aún insuficientes y de mala calidad. En algunas regiones no era posible transportar los productos del agro ni siquiera en carreta.

Vicuña Mackenna²⁹ cataloga los problemas relacionados con la utilización de los recursos naturales en varios grupos: falta de mano de obra, necesidad de maquinaria, inmigración, legislación agraria, escasez de crédito y capital, excesivo tamaño de los fundos y falta de mercado. No se mencionaba, en ese entonces, el problema ambiental ni la destrucción de los recursos naturales renovables.

La falta de mano de obra, debido al tamaño limitado de la población, era uno de los problemas más graves. Había más tierra y necesidades de habilitarla que gente para hacerlo. La población del país se había mantenido casi estática durante el período de la Colonia. De 1,2 millones de habitantes que supuestamente tenía el país a mediados del siglo XVI, apenas alcanzaba a 1,5 millones trescientos años después. Era un aumento insignificante, pero notorio cuando aún no se utilizaban las maquinarias. La productividad aumentaría incorporando maquinaria o aumentando la población y es por ello que se recomendaba también la inmigración con el propósito de aportar mayor tecnología y capacidad de trabajo. En 1845 se establecen las normas para la inmigración que tanto éxito y beneficio traería en la segunda mitad del siglo.

La segunda mitad del siglo XIX marca el período de engrandecimiento económico y comercial de Chile. Es la época de los ferrocarriles, de los caminos, de los grandes puentes y de todas las obras de desarrollo de la producción. La apertura de mercado hacia California y Australia fue incentivo para un desarrollo acelerado. La posición geográfica de Chile y la flota de cabotaje ya existente hacían del país la única fuente de suministro de trigo para esos países. Desgraciadamente, no existía aún la red vial y de transportes terrestres hacia los puertos y la organización agrícola adecuada que le hubiera permitido a Chile sacar más provecho de un mercado tan efímero y ventajoso como fue California a partir del descubrimiento del oro en 1848. La única estrategia posible para formar capitales que tenía un país como Chile era a través de la exportación de productos agrícolas. Esto permitió explotar una superficie cada vez mayor de los recursos naturales, generándose cambios en el medio ambiente.

Durante la segunda mitad del siglo XIX se dio énfasis a la solución del problema del transporte. Se diseñó y construyó una red de comunicación terrestre que permitiera aumentar la cosecha agrícola en los centros de consumo urbano y en los puertos. En 1851 se inició la expansión ferroviaria con la construcción del ferrocarril de Caldera a Copiapó. En 1890 el ferrocarril llegaba a Valdivia, conectando los centros urbanos y puertos más importantes. Junto con dar salida a la producción agrícola, el desarrollo ferroviario estimuló la explotación de los recursos naturales y la incorporación de nuevas tierras a la agricultura. La creación del Ministerio de Obras Públicas, en 1888, vino a contribuir a la complementación del ferrocarril con caminos y puentes que dieron salida a los productos hasta la vía férrea y puertos.

El impacto de la colonización alemana, iniciada a mediados del siglo pasado, fue mayor que la magnitud de esta inmigración. Ella equivalió a una introducción masiva de tecnología, experiencia y organización a un vasto sector de la agricultura. Dicha colonización introdujo tecnología agrícola aplicada en una época en que aún no existía en el país una enseñanza agrícola adecuada. Otras colonizaciones la siguieron y tuvieron también trascendencia, pero fueron de menor significación. Esta colonización desarrolló una zona en forma integral, presentando nuevas formas de vida, en una región en la cual otros colonizadores no se habían adaptado; abrió campos de cultivo y ganaderos, y creó una prosperidad económica nunca vista. Las perspectivas de aumentar la población eran muy limitadas, por lo cual era necesario recurrir al incremento de la eficiencia del trabajo humano. Hasta esa época, incluso en el período siguiente, la estrategia era aumentar la producción incrementando la superficie agrícola y no la productividad por unidad de superficie. Esta estrategia fue posible y recomendable para una época en la que aún existían terrenos arables y ganaderos improductivos, y que no canalizaban sus biomásas a través de productos utilizables.

El desarrollo de la región árida y semiárida del Norte Chico y Zona Central hasta el río Bío-Bío, donde están localizados algunos de los mejores suelos y donde la cosecha de agua de los ríos es abundante, requería para su desarrollo de la adición de agua, que era obviamente el principal factor limitante de estos suelos para aumentar la productividad. Así lo comprendieron en la época, y se prepararon para la etapa siguiente desarrollando una infraestructura de riego que resultaba gigante para la época y que cubría, al finalizar el período, una proporción muy alta del total que se ha logrado regar en el país. Ante la escasez, que ya era evidente en muchas zonas agrícolas, se reglamentó las mercedes de agua, en 1882.

Otra de las limitantes para el mejoramiento del ecosistema que debió comenzar a superarse fue el escaso desarrollo de las disciplinas e instituciones relacionadas con su utilización. La creación de la Sociedad Nacional de Agricultura, la Quinta Normal de Agricultura, la Escuela Práctica de Agricultura, como también la Escuela de Artes y Oficios y la primera revista agrícola de Chile, contribuyeron al desarrollo de los ecosistemas. La contratación del naturalista Claude Gay para formar un gabinete de Historia Natural y la creación del Museo Nacional de Historia Natural fueron también un aporte valioso. La difusión del conocimiento, la introducción de nuevos cultivos y la experimentación incipiente en el país fueron sustentadas durante muchos años por éstas y otras iniciativas.

La introducción de razas de ganado mejoradas, más exigentes, trajo acompañada la necesidad de mejorar el ambiente donde la ganadería se desarrollaba. Es por ello que se introdujeron algunas forrajeras mejoradas, una de las cuales, el trébol rosado, se trajo desde Inglaterra en 1869, simultáneamente con otras forrajeras introducidas en el mismo período.

La introducción de especies animales y vegetales exóticas es, a menudo, una decisión muy delicada y requiere, por lo tanto, de cuidados y estudios. Si se tiene éxito, es decir, si no se transforma en una plaga al aumentar en exceso, puede también desplazar a otras especies ya adaptadas. En ese caso, la evaluación de los resultados debe considerar el beneficio que se obtenga en relación al perjuicio que ocasiona el desplazamiento de las predecesoras ya adaptadas. La diferencia entre ambas es lo que cataloga el éxito o fracaso.

Muchas de las introducciones se transformaron en plagas como es el caso de la galega, la zarzamora, la chéptica, el chamico y varias otras. Algunas de estas especies se introdujeron como cultivos y otras, en forma accidental, como malezas.

El traslado de la ganadería desde los terrenos montañosos al llano central fue un cambio de significación para el futuro ganadero del país. Significó una variación en el tipo de ganadería, en razas y en los productos logrados por el ganadero. La introducción del alambre de púa, a fines del siglo pasado, permitió también un mejoramiento ganadero, significando, además, la intensificación de las rotaciones agrícolas-pastorales, lo cual trae acompañado el mantenimiento de la fertilidad del suelo y el mejoramiento del rendimiento del cultivo. El traslado de la ganadería desde el cerro al plano hizo que fuera más productiva que los cultivos.

Entre los aspectos negativos, cabe destacar la introducción de la fiebre aftosa en el año 1871 desde Argentina, país al que, a su vez, se introdujo accidentalmente desde Europa en 1870. Las enfermedades animales comenzaban a tener su impacto en una ganadería ya más tecnificada.

La ganadería se expandió también a Magallanes, luego de tomarse posesión de aquel territorio, en 1843. La incorporación de este territorio marca un factor importante en el desarrollo silvoagropecuario del país. Con esta acción se inicia la etapa de ocupación de nichos y territorios en una zona que, hasta ese entonces, no había sido incluida en el desarrollo. Se introdujeron los bovinos y equinos desde Chile Central, y en 1877 se importaron 300 ovejas desde las Islas Malvinas, aumentando la masa que primitivamente se había introducido desde Valdivia y Chiloé en el año 1852. Un año después, en 1878, se hizo una segunda importación, esta vez de 500 ovinos.

La ocupación de nichos, hábitats y territorios fue rápida en su primera etapa, para estabilizarse en las últimas. El mejoramiento de Magallanes durante los últimos años se debió a estrategias diferentes. Llama la atención, sin embargo, que en Magallanes no hubo expansión de ganado bovino similar a la de Chile Central. Ello se puede explicar basándose en el hecho de que en ese entonces las praderas eran coironales y, por lo tanto, no tan aptas para el vacuno, además del mayor interés que existía en ese entonces por la lana. La expansión ganadera de Magallanes se logra como consecuencia del desmonte, habilitación de suelos y siembras de praderas, debiendo interpretár-

sele como un desarrollo integral del ecosistema. Entre 1850 y 1860, se quemaron más de 50 mil hectáreas de bosques en Magallanes, destruyéndose, en esa década, una gran proporción de la flora, fauna y población humana de la región. La incorporación de la Patagonia a la agricultura significó la destrucción de los recursos³⁰.

La incorporación de la Región de La Frontera, después de la pacificación de los araucanos por Saavedra en 1883, fue el inicio del desarrollo silvoagropecuario de la zona comprendida entre el Bío-Bío y el Toltén. La zona empezó a ser colonizada de inmediato, y con ello comenzaron, además, algunos problemas que con el tiempo pasaron a ser graves.

Desde 1896, en la zona de Linares, Victoria y Traiguén, se inició la erosión que ha seguido hasta nuestros días. El rendimiento del trigo bajó desde 15 qq / há, que existían en 1900, a 7 qq / há en 1930³¹.

La producción agrícola y ganadera de la región recién incorporada creció en los primeros años a medida que aumentaba en superficie, pero luego, una vez copada su expansión, la producción disminuyó debido a la degradación edáfica. Aún no existía un criterio de conservación para evaluar lo que significaba la erosión en términos de destrucción de los suelos y de su incidencia en la disminución de los rendimientos.

En 1890, por primera vez, se valorizó el problema de la erosión, y se tomaron medidas para controlar las dunas de Chanco, iniciándose la replantación de las dunas que se habían originado algunos años antes, al intensificarse los cultivos y erosionarse la cuenca circundante.

La revolución industrial produjo, como subproductos, sustancias que podían ser empleadas como fertilizantes, tales como las escorias Thomas, y posteriormente pesticidas y otras³². Bajo tales circunstancias, los países desarrollados pudieron intensificar su agricultura y ganadería como un subproducto de su industria, sin incurrir en gastos de divisas, generando, además, una fuente de mano de obra y de exportación.

La expansión de la industria salitrera durante el último cuarto del siglo pasado creó un poder de compra de productos agrícolas que creció consistentemente hasta la primera guerra mundial. La producción de salitre llegaba a varios millones de toneladas en 1900. Esta expansión originó mayores ingresos, la mayor parte de los cuales se capitalizaron en la construcción de caminos, ferrocarriles, canales de riego y en la apertura de un mercado agrícola importante, lo cual estimuló la producción de ganado, trigo, licores, vinos, chacras, papas de Chiloé y maderas de la Araucanía. Los recursos forestales de Chile, en ese entonces, se consideraban ¡limitados, no había aún una conciencia ecológica y conservacionista y, por lo tanto, cualquier medida tendiente a desmontar el ecosistema era considerada progreso. Debieron pasar muchos años antes de que se le diera a la silvicultura la importancia que se merece, y aún no se administra racionalmente una alta proporción de los bosques del país. Entre los cultivos comenzaron a tomar auge y a modernizarse la fruticultura y la viticultura.

En 1883 la inquietud por la mecanización era ya muy marcada entre los agricultores; fue así como en esa fecha la Sociedad Nacional de Agricultura organizó la Sociedad de Fomento Fabril que cumpliría una función análoga a la primera, pero de fomento a la industria. Ello suscitó gran interés de parte de los agricultores, que vieron en ella una forma de cultivar mayor cantidad de tierra con los limitados recursos humanos disponibles en esa época en el país.

Saturación y Tecnificación (1914-1960)

Durante este período se materializaron algunas de las medidas del período anterior y se terminó de copar el territorio disponible para la producción silvoagropecuaria. Se pensaba que el fin era producir más y se tomaron diversas medidas en relación a la educación silvoagropecuaria, organización de servicios relacionados con la utilización de los recursos naturales y adquirió gran importancia la incorporación de tecnología. El desarrollo de las universidades y centros de estudios superiores enfatizó principalmente este último aspecto.

La economía del país, que había considerado a la agricultura como uno de sus soportes principales, tiende a enfatizar el desarrollo industrial. Este paso de una economía eminentemente agrícola a una industrial se da fundamentalmente con la creación de CORFO, en 1939, corporación que estimularía el proceso de industrialización en el país, como también el de mecanización. El crecimiento poblacional y metropolización, o crecimiento y desarrollo de ciudades, generaron un aumento en la demanda de producción, la cual debió satisfacerse principalmente en base a la extracción de los recursos naturales. Las vías de comunicación terrestre y aérea se intensificaron, disminuyendo la distancia entre ciudades y ciudad y campo. El ferrocarril fue lentamente desplazado por camiones y aviones. La extracción de recursos fue acentuada, y hacia el final del período el agotamiento de las reservas de algunos fue evidente. Salvo el mar, nada quedó por explotarse y recursos minerales como oro, cobre, salitre y hierro adquirieron gran importancia en la economía. La cosecha de bosques nativos y explotación intensiva de las praderas naturales y de otros recursos deterioraron los ecosistemas de muchas regiones.

Diversas ciudades y villorrios del país han tenido una existencia efímera, en la medida en que el ecosistema como un todo se ha deteriorado. A manera de ejemplo, pueden citarse numerosas ciudades y pueblos del desierto de Atacama, cuyos procesos de urbanización ocurrieron a tasas elevadas, lo cual permitió, simultáneamente, un desarrollo considerable de la socioestructura. La artificialización del ecosistema se logró en base a la cosecha indiscriminada de la biogeoeestructura, la cual, al agotarse, concluyó con el abandono del ecosistema. Es frecuente observarlo en antiguos poblados mineros de oro, salitre, plata y cobre, cuya longevidad usualmente no sobrepasa los cincuenta o cien años, dejando tras sí las viviendas, calles y cementerios abandonados, junto a un suelo y subsuelo devastado.

Algunos ecosistemas de otras regiones naturales han sufrido la misma suerte. Tal es el caso de diversos sectores de la Cordillera de la Costa de Chile Central, donde otrora existiera una intensa actividad ecosistémica. Desde mediados del siglo XIX, cuando la demanda por cereales se incrementó agudamente, ocurrió un intenso proceso de desmonte y transformación de terrenos forestales en tierras de laboreo destinadas a la producción de cereales. Ello trajo como consecuencia un crecimiento urbano considerable, acompañado de un desarrollo socioestructural compatible con las actividades comerciales y de cosecha de explotación de la biogeoeestructura. En un período que, en algunos casos, no alcanzó ni siquiera a los cincuenta años, los ecosistemas desarrollados comenzaron a decaer y antes del término del siglo el proceso de desertificación era evidente y generalizado. El desaparecimiento del bosque nativo y la erosión laminar de los suelos eran generalizados, y la erosión de cárcavas daba al paisaje evidencias avanzadas de haber alcanzado ya estados incipientes del 'agri deserti'. La pérdida de la capacidad productiva se presentaba a través de la reducción marcada de los rendimientos de los cereales, hasta niveles usualmente insignificantes, dejando extensas áreas inhabilitadas en forma casi permanente para su producción. La ganadería, deteriorada a través de la pérdida de la productividad de las praderas, que ocurre simultáneamente con el deterioro físico y químico del suelo, ha demostrado, en las últimas décadas, las dificultades de revertir el proceso. En muchos sectores, donde originalmente existían suelos de aptitud para cultivos y ganadería, sólo ha quedado como solución establecer plantaciones forestales masivas que permitan contribuir a la recuperación del suelo. La socioestructura vive, usualmente, en condiciones modestas o de pobreza extrema. Los predios agrícolas son, generalmente, de escaso desarrollo. La cantidad y calidad de trabajo generado en la zona son inferiores a su potencial³³.

Entre las medidas de progreso que se tomaron en relación a la educación silvoagropecuaria, está la creación de la Escuela de Medicina Veterinaria y la Clínica Especial. En 1917 se construyó el edificio del Instituto Agronómico, con mejores facilidades para la enseñanza de la agricultura. El Jardín Zoológico se creó en 1936, y en 1918 se había ya creado una Escuela de Arboricultura en Temuco, lo cual indica que comenzaba a materializarse el interés por la tecnificación silvícola y la fauna silvestre.

Algunas medidas aisladas de protección de la ganadería vienen a confirmar las estrategias de mejoramiento que se aplicaban en la época. En 1926 se dictó el Decreto Ley número 538 que prohibía el beneficio y castración de hembras de cuatro años. Esto era la resultante de la crisis ganadera que comenzaba a materializarse, pues ya entre 1915 y 1920 se internaban alrededor de 35.000 cabezas bovinas al año. La dictación del Reglamento de Policía Sanitaria Animal se hizo en 1918.

El aumento de la producción silvoagropecuaria hasta 1935 se debió al incremento de la superficie cultivada con cereal. Desde la segunda mitad del siglo pasado, el centro de gravedad de la producción de cultivos se movió hasta la zona sur. Dos tercios de la producción de trigo provenían de la región de Nuble o más al sur, mientras que los mejores suelos arables abandonados por el cereal en la región central, fueron ocupados por otros cultivos tales como papa, fréjoles, alfalfa, lechería, cebada y maíz.

Los recursos naturales renovables son una parte esencial del medio ambiente del hombre. Al hacer agricultura el hombre artificializa su medio, con lo cual las condiciones ambientales pueden mejorar o deteriorarse de acuerdo al tipo de artificialización y a su magnitud.

Lo que pudiera haber sido un ejemplo de desarrollo silvoagropecuario destacado, se ha transformado en otro caso de desertificación generalizada. Donde debieron haber primado procesos de ganaderización y forestación y, ocasionalmente, culturización, simultáneamente con una urbanización compatible con el medio, se produjo un proceso masivo de devastación de la biogeoestructura, lo cual vino acompañado del crecimiento acelerado del ecosistema artificial, cuyas consecuencias ya han sido descritas. Este proceso de crecimiento corresponde al saqueo de los recursos naturales y al crecimiento excesivo de la urbe y de la socioestructura, lo que concluye necesariamente en la destrucción y, eventualmente, en el abandono del ecosistema.



Situaciones similares a las descritas se presentan, también en forma generalizada, en otras regiones, tales como el Norte Chico, la Precordillera, la región Andina Austral, la región Insular y caletas pesqueras, por citar sólo algunas.

La destrucción del bosque nativo, que desde hace tantas décadas y siglos ha ocurrido y continúa ocurriendo, ha permitido el desarrollo de poblados periféricos de leñadores y madereros, con el solo propósito de cosechar los recursos naturales susceptibles de generar una riqueza fácil y rápida, dejando tras de sí poblados abandonados y 'agri deserti'. Lo mismo ha ocurrido con la caza de animales pelíferos, entre los cuales puede citarse a la chinchilla, especie de la cual se llegó a exportar durante este siglo hasta un total de aproximadamente 500.000 pieles al año, llegando, en la actualidad y desde hace varias décadas, a la casi total extinción de la actividad.

El mismo proceso destructivo del campo está asociado al crecimiento y decadencia de diversas culturas durante un período de más de siete mil años, en diversos lugares de la tierra³⁴, especialmente en la región circundante al mar mediterráneo³⁵.

Hacia el final del período, se visualizaron los problemas de contaminación, tanto de agua como de aire y de suelos, principalmente por los desechos de la producción industrial. Las consecuencias de una extracción intensa de los recursos comienzan a evidenciarse. Sin embargo, simultáneamente, se desarrolló una tendencia a la demanda excesiva por la posesión de bienes materiales, lo que constituiría la mentalidad predominante del período siguiente. Los cambios producidos en el medio ambiente, y sus consecuencias en la calidad de vida, constituirían la mayor preocupación de las décadas posteriores.

Crisis. Enfermedades del ecosistema y conflictos ambientales (1960-1984)

Este período presenta una alta proporción de los ecosistemas terrestres y dulceacuícolas intensamente modificados, como consecuencia de las transformaciones históricas determinadas por los procesos naturales de cambio y, fundamentalmente, por los procesos de artificialización tendientes a satisfacer las necesidades de la población y del individuo. Diversos factores han tenido especial incidencia en las modalidades e intensidades de utilización de los ecosistemas en los últimos años. El aumento de población ha generado mayor demanda de productos y de espacio habitable, así como también la apertura de fronteras comerciales ha producido un flujo creciente de materia hacia los centros de mayor requerimiento. El fenómeno de la transnacionalización ha significado, en muchos casos, el predominio de modelos de desarrollo y cosecha, no acordes con el medio natural y una demanda excesiva de productos desde el exterior. La mentalidad consumista de la época y la explosión demográfica han sido también determinantes de la existencia de una demanda acentuada de bienes materiales con la consiguiente repercusión sobre los ecosistemas. Las modalidades de producción, determinadas por economías de escala, han tendido a la explotación masiva de los recursos, sin considerar, frecuentemente, las limitantes ecológicas del sistema natural.

Como consecuencia de lo anterior, se presenta un mosaico de situaciones o estados ecosistémicos a menudo alejados del óptimo. La génesis de estos estados ha conducido, frecuentemente, al desarrollo de enfermedades ecosistémicas que han afectado, en diverso grado, fundamentalmente a la socioestructura, tecnoestructura y biogeoestructura, presentándose en variada intensidad y significado en las diferentes regiones, modificando el medio ambiente y la calidad de vida tanto rural como urbana.

En diversos aspectos, el medio ambiente actual del hombre presenta diversos grados de deterioro como resultado de un período de extracción y sobreutilización de los recursos naturales. La degradación del recurso edáfico ha sido una de las más evidentes y sus causas más inmediatas son diversas. El uso de los suelos, sin considerar su capacidad potencial, tanto como su sobreutilización o manejo inadecuado, han sido factores relevantes. La disminución de la superficie cultivable por pérdida de fertilidad, erosión, salinización, carreteras, urbanización u otros procesos ha ido creciendo en importancia. Simultáneamente, el desarrollo de la ciencia y tecnología, relacionadas

con la utilización de los ecosistemas terrestres y dulceacuícolas, han aumentado el rendimiento y productividad. Tal es el caso del uso de fertilizantes, el mejoramiento genético de especies animales y vegetales, el desarrollo de sistemas de manejo del agro y de la introducción de especies exóticas.

Las enfermedades ecosistémicas corresponden a un deterioro debido a la intervención antrópica y se determinan en relación al estado óptimo de armonía que es factible, dada dicha intervención y los componentes de cada sistema. Se diferencia, de esta manera, de las catástrofes naturales y limitantes propias de cada ecosistema las que, sin embargo, frecuentemente favorecen o incrementan estas desarmonías.

Enfermedades biogeoestructurales

Erosión

La erosión es una enfermedad ecosistémica que afecta al suelo destruyendo su estructura y horizontes, los que con frecuencia son arrastrados fuera del sistema. Se debe en gran medida a la sobreutilización y cultivación de los ecosistemas. La degradación y deterioro del recurso edáfico ha sido una de las enfermedades más acentuadas y ha afectado en forma fundamental a la subregión de las Serranías, Lomajes de la Costa, regiones de la Cordillera de la Costa con Bosque y Terrazas y Mesetas Litorales.

- Las subregiones de la Serranía y de Lomajes de la Costa son zonas con factores climáticos, topográficos y edáficos críticos que determinan una alta susceptibilidad a la erosión laminar y de cárcava. En la subregión de Serranías, el sobrepastoreo por caprinos ha sido una de las determinantes más importantes, y en la de Lomajes de la Costa se menciona al cultivo de cereales de secano con prácticas culturales a base de barbecho como favoreciendo el proceso de erosión, pues deja el suelo sin protección durante las lluvias invernales. En general, las prácticas culturales de los lomajes han sido semejantes a las de los terrenos planos, lo que ha incrementado esta enfermedad.

- En la región de Precordillera y Piedemonte Andino la erosión de manto y de zanja han sido intensas como consecuencia de regar por derrame en pendientes. En la subregión de la Cordillera de la Costa con Vegetación Mixta, los terrenos habilitados han sido severamente erosionados, pues estos suelos no son aptos para cultivo.

- Algunas regiones son potencialmente muy erosionables debido a la presencia de agentes erosivos que se expresan con gran intensidad. En la región de Mesetas y Estepas de Aysen y Magallanes los vientos alcanzan altas velocidades durante prácticamente todo el año. En Punta Arenas, a manera de ejemplo, se puede citar el año 1947 en el que se registraron durante 168 días vientos con velocidades superiores a 30 km/hora. Esto dificulta en forma sustancial la habilitación del suelo para cultivo, existiendo una gran proporción de suelo desnudo en aquellos sitios donde se ha intentado, sea porque no se han tomado las debidas precauciones o porque no existe la posibilidad de establecer cultivos sin desencadenar el proceso de erosión.

- Como medida de referencia de la extensión que ha afectado a algunos ecosistemas el proceso erosivo, se puede mencionar un estudio aplicado a seis millones de há clasificadas, entre las provincias de Linares y Llanquihue, donde se determinó que un 73,7 por ciento de los suelos estaba afectado por procesos de erosión, es decir 4.422.000 há³⁶.

Salinización y Alcalinización

Es una enfermedad ecosistémica que se presenta principalmente en la región de los Valles Transversales del Desierto. Estos valles incluyen suelos de clase I y II que abarcan una superficie de 32.000 ha gran parte de la cual está bajo riego normal. Entre los valles, algunos de los cuales son denominados también quebradas por su estrechez, se pueden mencionar Lluta, Azapa, Camarones,

Loa y Copiapó. El origen de sus aguas de riego se encuentra en el altiplano o en la cordillera andina donde se producen precipitaciones en sus hoyas hidrográficas. Se presenta en estos valles, desde hace varias décadas, un deterioro progresivo de los suelos en el curso inferior de los ríos por salinización y alcalinización, como consecuencia de la falta de drenaje y elevación del nivel freático. Este estado es más acentuado en la zona cercana al mar donde ha alcanzado en algunos sectores niveles de salinización y alcalinización incompatible con los cultivos.

En otras regiones y subregiones naturales el fenómeno de salinización y alcalinización es de baja o nula importancia relativa, si bien en aquellos lugares donde está presente constituye una limitante productiva grave.

Desertificación

La desertificación o empobrecimiento de los ecosistemas es una de las enfermedades más generalizadas, abarca un gran número de regiones y se caracteriza por la pérdida de información del sistema. Es particularmente importante en las regiones de la Cordillera de la Costa con Bosque, Terrazas y Mesetas Litorales, Planicies y Mesetas de Aysen y Magallanes y en las subregiones Serranías, Lomajes de la Costa y Lomajes y Llanos de la Isla Grande de Chibé. La devastación de la biocenosis y del edafotopo* es el mecanismo desencadenante de la enfermedad siendo relevantes la tala masiva de la vegetación para la obtención de madera, leña, carbón y el mal manejo del ganado caprino, bovino u ovino, además, del proceso de urbanización.

- La subregión de Serranías presenta un proceso de tala masiva de la vegetación, en tasas superiores a su capacidad de regeneración, principalmente para la obtención de energía para la calefacción, minería y alimentación, y al mal manejo del ganado, siendo particularmente importante el sobrepastoreo del ganado caprino, que se caracteriza por ser poliespecífico en su alimentación y donde presenta la más alta densidad del país. La limitada pluviosidad de la región favorece la existencia de esta enfermedad ecosistémica. La desertificación en esta zona es más notoria en aquellas propiedades con régimen comunitario, del cual participa un alto porcentaje de la población rural. Estas comunidades agrícolas están, a menudo, sobrecargadas de ganado caprino y carecen de un sistema adecuado de manejo y de cercado. La cabra constituye una de las principales fuentes de sustentación de la comunidad y la inadecuada utilización de este recurso está atentando contra su propia permanencia debido a la acentuada destrucción de pastos y arbustos forrajeros. El ganado caprino, bien manejado, constituye una excelente opción ganadera en ecosistemas de matorrales y esteparios con topografías abruptas.

- La subregión de la Cordillera de la Costa con Vegetación de Matorral y Bosque ha conservado su carácter boscoso, debido a la baja fertilidad natural de los suelos y a las características climáticas de otoño e invierno muy lluviosos y húmedos y verano muy seco, lo que limita las opciones de utilización, no adaptándose para un buen aprovechamiento agrícola. El fenómeno de desertificación es acentuado y los árboles de mayor valor maderable en alta proporción han sido ya explotados, siendo la vegetación actual fundamentalmente renovales, cuya principal utilización es para leña y carbón. Una significativa proporción de estos suelos se ha destinado a la reforestación con pino insigne.

- La sobreexplotación de los bosques nativos y su reemplazo por especies arbóreas introducidas, principalmente pino insigne, en ésta y otras regiones, constituye en la actualidad un problema con opciones y soluciones encontradas. Diversas medidas gubernativas han estimulado las plantaciones de la especie, las que se han efectuado en forma masiva ocupando ocasionalmente incluso suelos capacitados potencialmente para cultivos de alimentos y de praderas. Si bien los beneficios económicos de productividad, empleo y ecológicos más inmediatos pueden resultar evidentes, los costos en términos del deterioro del ambiente natural, fundamentalmente del recurso edáfico, microfauna y fauna silvestre, no han sido aún claramente establecidos. La pérdida de información del ecosistema o desertificación, determinada por su condición de monocultivo principalmente, resulta en algunos casos evidente y ha determinado su denominación de

- Edafotopo: *ambiente inorgánico del suelo.*

Desertificación

"Es el empobrecimiento de los ecosistemas de regiones áridas, semiáridas y subhúmedas por efecto combinado del impacto de la actividad del hombre y de la sequía. La etapa final del proceso en su grado más avanzado corresponde a un desierto generado por la acción del hombre o 'agri deserti' "1.

Reconocido como un problema medioambiental, que afecta, en general, a zonas de todo el mundo, la desertificación es una amenaza para el futuro de cerca de 628 millones de personas que habitan la tierra y un peligro inminente que afectaría una superficie de aproximadamente 20 millones de km².

Una investigación realizada por un grupo científico multidisciplinario en la India estableció que hace 7.000 años en el actual desierto del Thar crecían árboles y arbustos, que lo atravesaban ríos y lagos y que en él se asentaba, incluso, una próspera civiliza-

ción. Hoy día, sin embargo, el Thar es simplemente un árido desierto en expansión progresiva hacia áreas donde aún hay algún tipo de vegetación.

La causa de estos procesos es producto de acciones humanas, y sus consecuencias afectan al hombre en sí, a la familia, a la comunidad en general, y por ende, a la nación. Tecnoestructuras mal concebidas en sus efectos ambientales, como caminos, líneas férreas y canales, deforestación, apacentamiento de ganado y desarrollo de cultivos en condiciones desfavorables, son ejemplos de acciones humanas que pueden incidir en los procesos de desertificación. Como consecuencias de este proceso puede citarse: hambre, enfermedades, reducción aguda de los rendimientos y otras. A esto se unen los efectos económicos negativos que devienen necesariamente de la pérdida de grandes extensiones de tierras forestales, de cultivo y de pastoreo.



desierto verde. En beneficio de una decisión global deben ser analizados, además de los beneficios más inmediatos, los costos y beneficios de usos opcionales de estos ecosistemas y la consideración del concepto de uso múltiple, lo cual constituye un complejo problema al que se ven enfrentados actualmente los investigadores y planificadores.

- En la Cordillera de la Costa con Bosque, con similitudes a los bosques andinos de esa latitud y donde están presentes tepa (*Laurelia serrata*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*), laurel (*Laurelia sempervirens*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), olivillo (*Aetoxicon punctatum*), lingue (*Persea lingue*) y araucaria (*Araucaria araucana*), presenta un acceso relativamente fácil debido a que la altitud no excede de los 1.700 m.s.n.m. y no es frecuente la precipitación en forma de nieve. Esto ha significado que en su gran mayoría estos bosques hayan sido explotados, y su actual desarrollo corresponda a renovals o bien han sido sustituidos por pino insigne.
- La habilitación de suelo para la agricultura y ganadería ha significado una acentuación de la desertificación en regiones tales como Terrazas y Mesetas Litorales, Planicies y Mesetas de Aysen y Magallanes y región Insular de Chiloé, Aysen y Magallanes.
- En la Cordillera Andina con bosques, gran parte del área ocupada por el bosque nativo no puede considerarse bosque maderable, pero sí como bosque protector, el que si se elimina puede provocar la destrucción del suelo, lo cual ha ocurrido con frecuencia. Una gran proporción de los bosques son de escaso valor económico aparente por estar sobremaduros y ser de moderado o bajo rendimiento maderable. Algunos estudios demuestran, sin embargo, que, al ser bien manejados, su alto potencial productivo y sus posibilidades de uso múltiple, estos sistemas pueden evidenciar su valor como recurso forestal o de usos opcionales. En esta subregión existe, además, el peligro de que se extingan algunas especies de alto valor económico tales como alerce (*Fitzroya cupressoides*), laurel (*Laurelia sempervirens*), araucaria (*Araucaria araucana*), lingue (*Persea lingue*), roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*) y mañío (*Podocarpus saligna*).

Pestización

La pestización o incremento de organismos en un ecosistema constituye daño a algunos de sus componentes, disminución de su productividad o aumento en sus costos de producción. Se debe, principalmente, a la devastación de algunos elementos que comprenden mecanismos cibernéticos de control del sistema. En otros casos, las diversas opciones de manejo de los recursos naturales del ecosistema pueden favorecer secundariamente el establecimiento de plagas. La introducción de organismos exóticos que no tienen enemigos naturales, tal como ocurre en su lugar de origen, determina en el nuevo ambiente una densidad poblacional elevada, constituyéndose, a menudo, en organismos dañinos de consideración. En diversas regiones o subregiones naturales nacionales esta enfermedad ecosistémica es un problema crítico.

- La subregión de los Valles Transversales del Desierto presenta, fundamentalmente, presencia y riesgo latente de plagas de hongos e insectos, favorecidas por los factores de clima subtropical y templado-cálido y la alta humedad relativa que existe especialmente en las proximidades al litoral. Se puede mencionar, a modo de ejemplo, el caso de la mosca de la fruta, que se estableció en esta zona, a pesar de los numerosos intentos realizados por erradicarla, lo cual ha significado un elevado costo. La aplicación de insecticidas y de controles químicos en general, para las diversas plagas, ha significado la extinción indiscriminada de organismos que actúan como control natural de otras plagas, dejando al ecosistema vulnerable o susceptible para su propagación.
- En la región de Planicies y Mesetas de Aysen y Magallanes uno de los problemas principales de pestización lo constituye la invasión de arbustos tipo maleza como consecuencia del mal manejo y sobreutilización de la pradera. Por efecto del fuego a menudo se produce una invasión de hierbas de escaso valor forrajero, especialmente murtilla (*Empetrum rubrum*). La murtilla ocupa grandes extensiones en los mejores suelos y actualmente se estima que es una especie dominante en alrededor de 350.000 há. En esta región son también importantes mata verde (*Chiliotrichum diffusum*), mata negra (*Verbena tridens*), mata barrosa (*Mulinum spinosum*) y otras que ocupan también grandes extensiones. Las razones de invasión de la mata negra se han atribuido, en general, a deficiencias en el manejo de la pradera natural por exceso de ganado en algunas épocas.

El pino insigne en Chile

Introducir una especie arbórea interesante desde el punto de vista económico, desde un país a otro, es un problema que debe estudiarse y evaluarse detenidamente.

Que una especie, fuera de su lugar de origen, encuentre condiciones adecuadas para su establecimiento y desarrollo, llegando a superar sus tasas de crecimiento históricas, no significa que el problema esté resuelto. La respuesta de la especie al nuevo medio —suelo-clima— es tan importante como el efecto de la misma sobre ese medio, en el inmediato, mediano y largo plazo.

En la medida en que sea posible, a través de la investigación, se debe detectar, evaluar y proyectar los efectos de introducir masivamente una especie, de modo de poder dirigir y controlar adecuadamente ese recurso artificial. Vale decir, estaremos en condiciones de saber dónde, cómo y cuánto plantar.

El caso más importante de introducción de especies en Chile lo representa el Pino Insigne (*Pinus radiata* D. Don). Especie conífera originaria de Monterrey, California, EE.UU., que llega al país a principios de este siglo.

Especie interesante por el rápido crecimiento que alcanza en las condiciones locales —edad comercial entre 20 a 25 años—, por sus múltiples usos —celulosa y papel, madera serrada, madera tableros, postes, etc.—, por su calidad homogénea y su facilidad de explotación.

Se puede afirmar que en la orientación, planificación y dirección del recurso forestal de Pino Insigne en el país, ha primado fundamentalmente un criterio de rentabilidad económica.

Los evidentes signos de degradación que presenta gran parte de nuestro paisaje

natural, la pérdida indiscriminada de un recurso base tan valioso y lento de recuperarse como el suelo, producto del uso y manejo inadecuado de la tierra y sus recursos forestales nativos, le han permitido al Pino Insigne tomar un lugar importante como alternativa para detener procesos erosivos y recuperar suelos prácticamente improductivos. En este sentido, los riesgos ecológicos que implica trabajar con un monocultivo forestal masificado —peligro potencial de enfermedades y plagas— se atenúan cuando el área natural utilizada ya está fuertemente degradada y no existe una mejor alternativa de producción.

Sin embargo, los riesgos económicos siguen vigentes. En la actualidad, cuando se ha llegado a casi un millón de hectáreas (10.000 kilómetros cuadrados) con plantaciones de Pino Insigne (Estadísticas Forestales 1983. Instituto Forestal), es importante tomar conciencia de lo que representa manejar y utilizar ese recurso racionalmente.

Las políticas forestales deben ser acordes con la capacidad física que tiene el país para soportar un recurso forestal artificial, y con la capacidad económica para poder extraer, transportar y transformar ese recurso en productos rentables.

La legislación forestal debe ser lo suficientemente completa y ágil en su aplicación, de modo que regule con un criterio económico y ecológico el fomento y manejo de plantaciones de Pino Insigne.

Por último, debe existir una mancomunidad de intereses, en la que el Estado, la empresa privada y la investigación forestal trabajen unidos para obtener soluciones consistentes y objetivas con los múltiples desafíos y riesgos que implica trabajar con este recurso natural renovable.

Antecedentes del pino insigne en Chile

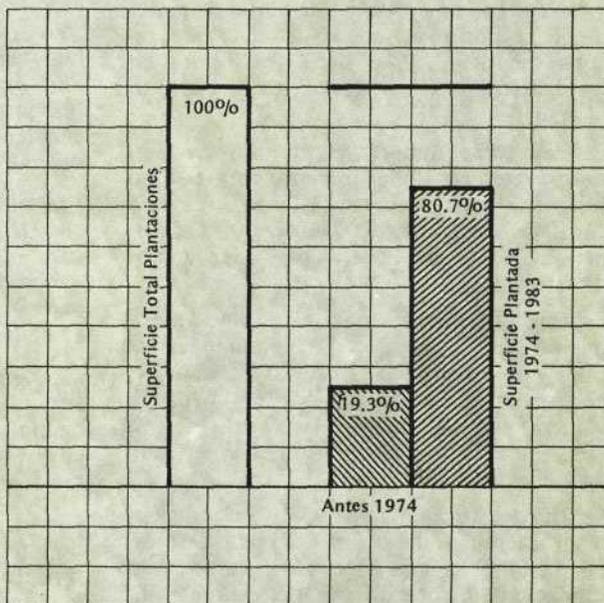
1. SUPERFICIE BOSQUE NATIVO Y PLANTACIONES FORESTALES

i) Superficie bosque nativo comercial*			7.616.500 há
ii) Superficie plantaciones forestales			
Pino Insigne	967.719 Há	(90,6%)	
Otras Especies	99.969 Há	(9,4%)	
Subtotal	1.067.500 Há.	(100,0%)	1.067.500 há
iii) TOTAL			8.684.000 há

* No incluye Areas Protegidas.

2. SUPERFICIE ANUAL PLANTADA CON PINO INSIGNE

AÑO	SUPERFICIE (Há)
1974	56.223
1975	82.594
1976	107.703
1977	93.212
1978	78.987
1979	52.018
1980	72.734
1981	93.214
1982	68.633
1983	76.331
TOTAL/74-83	781.649



3. PINO INSIGNE POR REGION		
REGION	SUPERFICIE (Há)	VOLUMEN ESTIMADO* (mill. m ³)
Metropolitana	1.025	0.1
V	23.817	2.5
VI	50.168	1.9
VII	166.941	18.4
VIII	496.701	52.4
IX	162.987	13.7
X	66.080	5.0
TOTAL	967.719	94.1

* Metros cúbicos de plantaciones por región.

4. INSUMO ANUAL DE MADERA EN TROZO PARA LA INDUSTRIA	
AÑO	MILLONES DE m ³
1974	4.3
1975	3.6
1976	4.8
1977	4.9
1978	6.7
1979	8.2
1980	8.0
1981	7.0
1982	6.2
1983	8.0

5. PROYECCION DE VOLUMEN POR TRIENIOS	
TRIENIO	VOLUMEN DISPONIBLE (mill. m ³)
1983 - 1985	10.9
1986 - 1988	11.8
1989 - 1991	17.7
1992 - 1994	20.1
1995 - 1997	21.9
1998 - 2.000	41.7
2001 - 2003	37.1

6. PROYECCION POR REGION DE LA EVOLUCION DE LA DISPONIBILIDAD DE MADERA EN PIE

Base = Trienio 1983 - 1985
 Proyección = Trienio 2001 - 2003

REGION	CRECIMIENTO RESPECTO A BASE
V	1.3 veces
VI	12.0 veces
VII	2.0 veces
VIII	3.5 veces
IX	3.2 veces
X	12.2 veces

Fuente: Estadísticas Forestales 1983. Instituto Forestal.

Los volúmenes disponibles de madera, a partir de los próximos años, obligan a pensar en un importante crecimiento de la infraestructura portuaria, caminera y ferroviaria y en un crecimiento significativo de la capacidad instalada industrial del sector. Las posibilidades de comercialización de

los productos estarán sujetas, por una parte, a la venta en los mercados internacionales, pero fundamentalmente a las posibilidades de procesar y utilizar en el país esta materia prima, transformándola en un producto accesible, que permita dar soluciones a múltiples necesidades de nuestra población.



cas del año, a la falta de cercados adecuados, a escasez de forraje en períodos críticos, y a degradación del suelo por erosión eólica.

En general, el deterioro de la pradera y la menor densidad de la cubierta dan lugar a una invasión de arbustos y plantas tipo cojín que pueden llegar a desplazar a la pradera original, con lo cual disminuye su calidad. El control de la mata negra ha permitido que en suelos donde sólo existía la posibilidad de criar una oveja cada veinte há se haya logrado obtener cinco ovejas por há, con lo cual el costo de habilitación es compensado ampliamente, de acuerdo con algunas experiencias locales³⁷. Los conejos han sido también una plaga en la región, invadiendo con consecuencias catastróficas Tierra del Fuego, lo cual ha sido controlado parcialmente.

- La pestización también constituye un problema relevante en las subregiones de Lomajes de la Costa, Precordillera y Piedmont Andino, Llano Central, Valles Transversales de las Serranías, Lomajes y Llanos de Chiloé y en la región de la Cordillera de la Costa. En el Llano Central, en la zona de riego, el agua se ha convertido en un vehículo para la diseminación de la semilla de malezas. Como consecuencia del descuido que existe para mantener limpios los bordes de los canales, éstos están cubiertos de maleza. Estos bordes sirven de asiento para el desarrollo de malezas perennes, tales como zarzamora y galega, cuyas semillas caen al canal de riego. El sistema usual de mantención de los canales es incompatible con el control de malezas.

- Otras pestes que tienen relevancia en diversos ecosistemas son: maicillo (*Sorghum halepense*), correhuela (*Convolvulus arvensis*), quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), gusanos cortadores (*Agrostis spp.*), hierba azul (*Echium vulgare*), pulgones del trigo (*Sitovium avenae*, *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalo Siphum padi*), nematodo de la alfalfa (*Dytlenchus dipsasi*) y avispa chaqueta amarilla (*Vespa germanica*). Estas pestes deterioran el aspecto sanitario de los ecosistemas productivos. Algunas pestes son favorecidas por la roturación del suelo, lo cual genera problemas serios de competencia por los recursos con los cultivos, como es el caso de maicillo y hierba azul en los cultivos de trigo, afectando su rendimiento.

Contaminación

La contaminación del medio ambiente, tanto en su aspecto hídrico, atmosférico o biocénico, por acumulación de desechos provenientes de productos aplicados al control de plagas, de la combustión, de la fertilización y otros, es una enfermedad ecosistémica que se presenta principalmente en la región de Valles y Llanos, en los que los procesos de urbanización, industrialización y la aplicación de tecnología en forma intensiva e indiscriminada han sido una característica acentuada.

Inundación

La inundación se presenta como enfermedad ecosistémica, en general, sólo en algunos ecosistemas en forma localizada y con cierta frecuencia, aunque la magnitud de los daños que ocasiona puede ser elevada. En la región de Valles y Llanos y, fundamentalmente, en el Llano Central, la devastación de la fitocenosis, pérdida de la estructura del suelo y obstrucción de los cauces naturales, ha favorecido el escurrimiento hídrico superficial excesivo, dando lugar a periódicas inundaciones durante el período de lluvias invernales con graves consecuencias para la población. Los desbordes de los ríos, con la consecuente inundación de terrenos agrícolas y urbanos, anegamiento de casas, ruptura de puentes e interrupción de las vías terrestres de comunicación, han producido en ocasiones pérdida de vidas y pérdidas económicas considerables. Sin embargo las soluciones apuntan, en general, hacia los efectos y no hacia las causas y es así como el fenómeno se repite periódicamente haciéndose crónico.

Sedimentación

La sedimentación excesiva de partículas transportadas por agentes hídricos, eólicos, atmosféricos o gravitacionales se presenta con relativa importancia en la subregión de Lomajes de la Costa y en la región de Valles y Llanos, excepto en la subregión de Valles Cordilleranos. Un caso particularmente notorio lo constituye la formación de dunas en el litoral. Esta enfermedad resulta insignificante en el resto de las regiones y subregiones.

Enfermedades tecnoestructurales

La cementación se presenta con una importancia relativa muy alta en la subregión del Llano Central y tiene un desarrollo acelerado en esta etapa de transformación de los ecosistemas naturales. El exceso de estructuras de hormigón, piedra, pavimento y otros ha significado una desnaturalización del medio urbano, principalmente, y también del rural. En los Valles Transversales de las Serranías y, en menor grado, en la subregión de Lomajes de la Costa es también importante.

El desarrollo de estructuras urbanas excesivas en relación a la posición y tamaño de cada cuenca —o gigantización— se presenta con gran relevancia en el Llano Central y en los Valles Transversales y en menor grado en los Lomajes de la Costa.

El desarrollo de los centros urbanos, industrias y caminos obliga a la agricultura a desprenderse de una parte de sus tierras. A pesar de ser los suelos de mejor calidad tan escasos es precisamente en ellos donde se está produciendo una acelerada urbanización. Son muchas las ciudades construidas en esta clase de suelos y, en este momento, no debe planificarse su expansión a base de ellos. La expansión urbana descontrolada sólo se justifica desde un punto de vista histórico, cuando la población del país era reducida, las necesidades de alimento escasas y las disponibilidades de tierra consideradas como ilimitadas. En la actualidad el problema es diferente, y la expansión de las ciudades se ha hecho en forma irracional en relación a la sustracción de tierras agrícolas. En el futuro cercano el problema va a ser grave, por cuanto se presume un aumento abrupto de las áreas urbanas, industriales y viales.

La miniaturización o estructuras urbanas insignificantes en relación a la posición y tamaño de cada cuenca y al óptimo potencial de cada ecosistema, es una enfermedad particularmente importante en la subregión de Archipiélagos con Vegetación Mixta Matorral Boscosa y en la región de Planicies y Mesetas de Aysen y Magallanes como también en los Valles Cordilleranos. Estas regiones se caracterizan, en general, por una baja densidad poblacional en relación a la que podrían mantener. En otras regiones —como la Cordillera de la Costa con Bosque, Terrazas y Mesetas Litorales, subregión de Cordillera Andina de Estepa y Montes y Cordillera Andina con Bosques— esta enfermedad tiene una importancia media. En muchas regiones la miniaturización y la gigantización se presentan simultáneamente como problema relevante en las diferentes cuencas que las conforman.

La reducción del tiempo y del espacio a magnitudes mínimas, como ocurre con la televisión, jardines, invernaderos, radios, música envasada, etc., es también una expresión de la miniaturización que termina, eventualmente, en un mundo exterior irreal que cuando se exagera puede afectar la calidad de vida.

El ruido es una enfermedad poco generalizada, pero es importante, fundamentalmente, en las grandes ciudades de algunas subregiones del Llano Central y Lomajes de la Costa. En los sectores rurales no se presenta en la actualidad como un problema.

Los cercados o muros artificiales de separación se presentan también en las grandes ciudades en forma exagerada en algunos casos, principalmente en el Llano Central. En el campo se expresa en el establecimiento de divisiones de la propiedad que, a menudo, no corresponden a divisiones naturales de la cuenca, de tal forma que permitan un mejor manejo del ecosistema predial. Esta situación se presenta con una importancia media en el Llano Central y Valles Transversales de las Serranías y, en menor grado, en la región de la Cordillera de la Costa con Bosque, Terrazas y Mesetas Litorales y subregiones de Lomajes de la Costa y de Serranías.

Enfermedades socioestructurales

El aumento creciente de la complejidad, diversificación y artificialización de las estructuras urbanas ha generado un ambiente diferente de aquel en el que el hombre ha evolucionado preponderantemente desde su aparición sobre la tierra. El hombre primitivo evolucionó en un medio diversificado de animales, plantas y recursos abióticos. La velocidad y magnitud de artificialización

Urbanización y reservas de la biósfera

Las variaciones en relación al tipo de utilización del espacio, de los recursos, y el desarrollo de otros sectores de la economía del país, han producido un desplazamiento del recurso humano hacia diferentes actividades económicas desde sectores que han decrecido proporcionalmente. La participación del sector agrícola ha ido disminuyen-

do progresivamente en los últimos años, siendo actualmente del orden del 15 por ciento. Una de las causas de la pérdida de capacidad de empleo del sector ha sido su fuerte tecnificación en las últimas décadas, la cual ha provocado la migración de la población rural hacia las ciudades.

PARTICIPACION DE LA FUERZA DE TRABAJO DEL SECTOR AGRICOLA EN LOS TOTALES DEL PAIS			
Año	%	Año	%
1930	37,5	1970	20,0
1940	35,5	1980	16,3
1952	30,1	1981	15,0
1960	27,7		

Fuente: INE, 1982.

El crecimiento poblacional ha presentado una tasa anual diferente, dependiendo de si se trata del componente urbano o rural. Entre el censo de 1960 y el de 1970, la población urbana aumentó en un 32,7

por ciento, con una tasa anual de 2,9 por ciento. La población rural, en cambio, tuvo un decrecimiento de 5,66 por ciento, con una tasa de disminución de 0,58 por ciento.

POBLACION TOTAL, URBANA Y RURAL DE CHILE; CIFRAS EN MILES DE PERSONAS					
CENSOS	POBLACION TOTAL	URBANA	RURAL	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	
				Urbana	Rural
1960 %	7.374,1 100,0	6.029,1 68,2	2.345,0 31,8	-	-
1970 %	8.884,8 100,0	6.672,5 75,1	2.212,3 24,9	2,89	-0,58
1982 %	11.275,4 100,0	9.132,9 81,0	2.142,5 19,0	2,65	-0,27

Fuente: Gémines, Geografía de Chile, Andrés Bello, Santiago, Chile, 1982.

Entre 1970 y 1982, la población urbana aumentó en un 36,9 por ciento, con una tasa anual de 2,7 por ciento; en tanto, la población rural decreció en un 3,2 por ciento, con una tasa negativa anual de 0,3 por ciento. Las cifras ponen de manifiesto el fenómeno de migración rural.

Dada la presión humana por intervenir y 'cosechar' los más diversos ecosistemas, se requiere de un esfuerzo especial para

preservarlos de su acción, tanto en lo que se refiere a la 'cosecha' como al efecto de productos y actividades originadas en sectores circundantes. A menudo, resulta de un costo elevado mantener reservas de la biósfera. En el país existen algunas reservas de este tipo que cumplen estrictamente con este objetivo, por estar reglamentadas y controladas adecuadamente: parques nacionales, monumentos nacionales, bosques nacionales, etc.

Existe, sin embargo, una insuficiencia de sectores pequeños, excluidos de procesos de intervención y 'cosecha', de manera que no es factible comparar significativamente el efecto de la actividad humana sobre el eco-

sistema. Las exclusiones de este tipo son, en la actualidad, consideradas como esenciales en los planes de estudio del manejo y conservación de los recursos naturales renovables.

FUERZA DE TRABAJO POR ACTIVIDAD ECONOMICA DE CHILE: TOTAL, RURAL Y URBANO (Marzo, 1982)							
ACTIVIDAD ECONOMICA	MILES DE PERSONAS			COMPOSICION PORCENTUAL			
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	
I Actividades productoras de bienes	1.685,2	1.072,4	612,8	43,4	34,7	78,0	
● Agricultura, caza, silvicultura y pesca	(693,4)	(157,7)	(535,7)	(17,9)	(5,1)	(68,2)	
● Explotación de minas y canteras	(75,6)	(63,6)	(11,9)	(1,9)	(2,1)	(1,5)	
● Industrias manufactureras	(615,8)	(579,4)	(36,4)	(15,9)	(18,7)	(4,6)	
● Construcción	(300,4)	(271,7)	(28,7)	(7,7)	(8,8)	(3,7)	
II Actividades productoras de servicios	1.784,5	1.646,0	138,4	46,0	53,2	17,6	
● Comercio	(599,7)	(565,5)	(34,2)	(15,5)	(18,3)	(4,4)	
● Servicios de gobierno y financieros	(354,6)	(312,3)	(42,3)	(9,1)	(10,1)	(5,4)	
● Servicios personales y de los hogares	(456,1)	(421,1)	(35,0)	(11,8)	(13,6)	(4,5)	
● Servicios comunales y sociales	(374,1)	(347,2)	(27,0)	(9,6)	(11,2)	(3,4)	
III Transporte, almacenaje, comunicaciones y utilidad pública	258,8	242,5	16,3	6,7	7,8	2,1	
IV Actividades no bien especificadas	7,8	7,1	0,7	0,2	0,2	0,1	
VI Buscan trabajo por primera vez	142,5	125,0	17,5	3,7	4,0	2,2	
TOTAL FUERZA DE TRABAJO	3.878,8	3.093,1	785,7	100,0	100,0	100,0	

Fuente: Universidad de Chile, Departamento de Economía.

de los ecosistemas son tales que parecen sobrepasar su capacidad de adaptación y ajuste a los cambios ambientales provocados. Las nuevas adaptaciones que este fenómeno signifique para el hombre aparecen como difíciles de predecir, aunque los efectos actuales son evidentes en relación al aumento de ciertas enfermedades en la población, principalmente a nivel del sistema nervioso. Entre otras, la intensificación del stress o incremento de las probabilidades de fracaso o riesgo de los individuos o de la población genera tensiones nerviosas que afectan la socioestructura e inciden, consecuentemente, en la tecnoestructura y artificialización de la biogeoeestructura. Esta enfermedad se presenta en forma importante en las grandes urbes, principalmente del Llano Central, donde los procesos de urbanización e industrialización han sido mayores. Son también importantes en esta subregión, y en menor grado en otras, enfermedades tales como pérdida de condiciones de recreación, la antropización del medio antrópico y el consumismo.

Hasta hace algunos años, los habitantes de las ciudades se conformaban con disponer de algunas plazas en cada barrio para satisfacer sus demandas de esparcimiento al aire libre. Sólo un porcentaje reducido hacía uso de los balnearios de la costa y cordillera. La disminución de espacios naturales y de lugares silenciosos en la ciudad ha reducido y deteriorado los lugares de recreación de la población. En los últimos años, la demanda de esparcimiento se ha hecho crítica en muchas ciudades. El proceso de crecimiento y urbanización de las grandes urbes ha aumentado considerablemente la distancia desde el medio urbano al rural, donde se podría encontrar el ambiente adecuado de recreación, a pesar del aumento del estándar de vida y de las facilidades de transporte. Se ha restado importancia a la posibilidad de destinar aquellos sectores estratégicamente ubicados para ser utilizados turísticamente y alcanzar así, de acuerdo al principio de uso múltiple y la capacidad de uso, el uso primordial que debe asignárseles a muchas tierras.

La mejor conexión entre urbe y campo, en términos de transporte y comunicación, ha permitido un mayor flujo de información hacia el medio rural. El mayor aislamiento en que se desarrollaba la vida del sector había permitido conservar cierta cultura con características propias que la diferenciaban de la ciudad y que, en la actualidad, están desapareciendo. Conjuntamente con el deterioro del medio rural, el mayor flujo de información desde la ciudad han actuado como elemento de atracción acortando las distancias y ha determinado una migración poblacional desde un sector que ha disminuido proporcionalmente su capacidad de generar empleo. La creciente tecnificación de los ecosistemas productivos ha producido un reemplazo de la mano de obra por la maquinaria y, así, el habitante rural busca nuevas perspectivas laborales y de vida en la ciudad.

Regiones poco artificializadas

Una superficie equivalente a un 26 por ciento de la superficie de Chile en el territorio americano, presenta escasa o nula intervención humana y las enfermedades ecosistémicas tienen una importancia insignificante, comprendiendo la subregión Alta Cordillera de Requeros y Nieves Eternas, Cordillera Andina con Glaciares Continentales y región del Desierto de Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Esta superficie, poco artificializada debido a la severa adversidad social ambiental natural para la vida humana, se incrementa al considerar la superficie antártica chilena.

La Alta Cordillera de Requeros y Nieves Eternas, ubicada sobre la línea de la vegetación, donde las condiciones climáticas y de altitud determinan un bajo valor agrícola, ganadero o forestal directo, comprende aproximadamente 1.790.000 há. Las nieves y ventisqueros de esta zona son importantes pues alimentan las masas de agua, especialmente en el período en que disminuyen las precipitaciones y el aporte hídrico fundamental lo determina el deshielo. La cantidad de agua disponible para el riego se puede predecir mediante un conocimiento acabado de los factores relacionados con la acumulación de nieve, evaporación y deshielo, lo que es importante para regularizar la utilización del recurso hídrico. La belleza de sus paisajes y condiciones de recreación constituyen a esta subregión en fuente de atracción turística.

La Cordillera Andina con Glaciares Continentales representa alrededor de 3.254.000 há. sin valor agrícola, ganadero o forestal directo. La dificultad de acceso a los glaciales, muchos de los cuales terminan en lagos y alcanzan la zona de los canales, ha impedido determinar los usos opcionales

Uso de la tierra

La utilización actual del espacio de recursos naturales renovables del país se relaciona con las características ambientales en las cuales el hombre se desenvuelve, repercutiendo en su alimentación, en el tipo y calidad del empleo y, en general, en su calidad de vida. Según el V Censo Nacional Agro-

pecuario del año 1975-1976, de los —aproximadamente— 76 millones de há. que posee Chile en el territorio americano, una superficie total de 28.759.161 há se la repartían 305.518 predios. La distribución, de acuerdo a su utilización, se muestra en el siguiente Cuadro:

DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE PREDIAL NACIONAL DE ACUERDO A SU UTILIZACION		
Tierras de cultivo y labranza	3.317.812	há.
Praderas naturales	10.854.042	
Praderas mejoradas	1.315.425	
Plantaciones forestales, bosques y montes de explotación	1.523.071	
Bosques y montes naturales de explotación	4.427.254	
Tierras estériles (áridas, pedregales, arenales, dunas, etc.)	6.947.793	
Tierras de uso indirecto (construcciones, canales, etc.)	373.761	
TOTAL	28.759.161	há.

Fuente: INE, 1978.

Antecedentes recientes revelan que de la tierra destinada a cultivos, 610 mil há se destinan a cereales; 260 mil há a leguminosas y papas; 35 mil há a cultivos industriales; 10 mil há a plantas forrajeras; 92 mil há a forestales y 106 mil a viñas y parronales.

La masa ganadera está constituida, aproximadamente, por 3,4 millones de bovinos; 5,7 millones de ovinos, y alrededor de 900 mil porcinos. El incremento de la masa ganadera, en el período 1970-76, fue de un 15 por ciento en los bovinos; 7 por ciento en los ovinos y un 13 por ciento en los porcinos. Estas tasas se han mantenido en períodos posteriores.

La producción de ganadería incluye principalmente carne y leche de bovinos; carne y lana de ovinos; carne y grasa de porcinos y carne y hueso de aves. Genera alrededor del 40 por ciento del producto del sector agrícola, superando por más de un 60 por

ciento a la importancia que, en este aspecto, tienen los cultivos.

Las gallinas, aves y pollos contabilizan alrededor de 12,8 millones. Los patos, pavos, gansos y conejos se mencionan como especies de menor importancia. La producción de huevos es de alrededor de 1,4 millones y la de la leche de 1.200 millones de litros ¹.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadísticas indica que las tierras sujetas a explotaciones en Chile, para distintos usos, totalizaban en 1980 una superficie de 37.956.700 há. De ese total, los cultivos anuales ocupaban sólo 1.214.900 há (3,2 por ciento); los cultivos permanentes —viñas y frutales— 202.000 há (0,35 por ciento); las praderas artificiales, 620.300 há (1,63 por ciento); las cifras de barbechos, 1.295.700 há (3,41 por ciento); las praderas naturales y mejoradas, 12.658.700 há (33,35 por ciento), y el resto de las tierras 9.793.800 há (25,80 por ciento).

de la subregión. Se destaca el valor escénico de la zona en general como motivo de atracción para aquellos lugares más accesibles.

La región de Desierto de Tarapacá, Antofagasta y Atacama tampoco presenta uso agrícola, debido a la sequía o aridez absoluta, salvo algunas zonas con algunos valles y oasis que cuentan incluso con riego.

Acciones implementadas

Se han emprendido diversas acciones para combatir las enfermedades de los ecosistemas naturales. Se puede mencionar, entre otras, las medidas para controlar la erosión mediante la aplicación de normas de conservación de suelo, curvas de nivel, gaviones, relleno de cárcavas, reforestación de suelos erosionados con árboles, arbustos y pastizales, control de dunas utilizando la especie *Am-mophila arenaria* para estabilizarlas, como etapa previa a la reforestación; aplicación de insecticidas, herbicidas, fungicidas y productos químicos en general, con el propósito de eliminar plagas; medidas tendientes a disminuir la contaminación atmosférica en algunas ciudades y ecosistemas; incorporación de normas de manejo de praderas y silvicultura; creación de establecimientos educacionales relacionados con la utilización de recursos naturales y ordenamiento administrativo del país mediante la regionalización.

El resultado de las acciones emprendidas ha sido variado. A menudo, las medidas han estado dirigidas a reparar los efectos antes que las causas. En algunos casos se ha tenido un éxito momentáneo y en otros se han generado o acentuado otras enfermedades. Aquellas medidas que han apuntado a soluciones con una visión de sustentación permanente del sistema han tenido, en general, mayor éxito.

Algunos sectores de la ecósfera se destinan, actualmente, como lugares de preservación de los ecosistemas naturales en su estado original. Diversos países han establecido santuarios de la naturaleza, donde se preservan los elementos originales, a través de disposiciones legales y administrativas que evitan el uso y la transformación del recurso. Uno de los objetivos que, a menudo, se persigue lograr de este uso de la tierra, es preservar algunos ecosistemas naturales y el germoplasma* existente, que actualmente se encuentra en peligro de extinción, con el propósito de ser empleado eventualmente en las generaciones futuras. Otros objetivos corresponden a fines de recreación, conservación de la estética, educación e investigación medioambiental.

Los sectores excluidos aportan valiosa información acerca de la configuración de los suelos y de la vegetación y faunación. Esta información puede, eventualmente, ser empleada para el diseño de ecosistemas mejorados y para la búsqueda de germoplasma nativo susceptible de ser utilizado en el desarrollo de ecosistemas de mayor calidad antrópica.

La tenencia de la tierra ha sufrido modificaciones en los últimos años como consecuencia de la aplicación de medidas cuyos costos y beneficios aún se discuten. En muchos casos, las divisiones de la tierra no han considerado la existencia de entidades ecosistémicas naturalmente separables y que, por corresponder a unidades funcionales, su utilización sería más fácilmente optimizada. El establecimiento de divisiones dentro de la propiedad, a menudo, tampoco ha considerado divisiones naturales, las cuales están dadas, principalmente, por las diferentes posiciones fisiográficas de la cuenca. Frecuentemente, la ignorancia o la indiferencia hacia principios fundamentales del funcionamiento de los ecosistemas se ha traducido en sub o sobreutilización de muchos predios y regiones.

La preocupación, tanto mundial como nacional, por el problema ambiental y sus consecuencias en la calidad de vida ha ido aumentando en los últimos años. El cúmulo de propaganda concientizadora y de opiniones es una característica de la época actual, considerándose de buen tono referirse o estar de alguna manera relacionado con tal contingencia. A menudo, la iniciativa la han tomado personas o grupos impulsados por un loable espíritu altruista y humanitario; sin embargo, las ac-

Germoplasma: *material reproductivo*.

Elementos para el desarrollo de una política

- Cualquier política de desarrollo y conservación de los recursos naturales requiere, como etapa inicial, un conocimiento detallado del estado de los recursos naturales, representados cartográficamente a fin de cuantificar periódica y espacialmente la magnitud del daño y evaluar la trayectoria del cambio. Todo lo cual implica una zonificación de las distintas regiones naturales del país con el propósito de minimizar el esfuerzo para recolectar la información.
- Se requiere, además, considerar los indicadores de degradación y deterioro de los recursos naturales a nivel de ecosistemas como un todo —bosques, praderas, desiertos, lagos, ríos, mares, etc.— o de sus diversos componentes —suelo, sedimentos, vegetación, fauna, atmósfera, agua, etc.
- La evaluación del daño supone la investigación del efecto del deterioro en factores tales como productividad del sistema, longevidad, requerimientos de mano de obra, capacidad de uso, etc.; factores que, de una u otra manera, inciden en los beneficios que el deterioro genera para el ambiente del hombre, medidos en términos de rentabilidad, cantidad de empleo y eficiencia en el uso de los recursos, etc.
- Al elaborar políticas de desarrollo y conservación de los recursos naturales es importante, también, generar mecanismos rutinarios de seguimiento del estado de la condición del sistema, según técnicas adecuadas a los problemas específicos, sensores remotos, fotografías satélites, estadísticas periódicas relativas al recurso, etc.
- Fomento y desarrollo de una línea de investigación son elementos que deben considerarse en la determinación de una eventual política de desarrollo medioambiental; como asimismo, es necesario una evaluación ambiental sistemática, en términos de determinar la factibilidad ambiental y conservacionista y no sólo la rentabilidad económica de los recursos naturales renovables.
- La cultura conservacionista, tanto del hombre rural como del habitante urbano, está lejos de ser la ideal dentro de un marco de adecuado desarrollo del país, no ha habido, ni se contemplan programas adecuados de educación a este respecto, lo que permite suponer que actividades de extensión que tiendan al desarrollo de una cultura no devastadora, adecuada a los requerimientos tanto regionales como nacionales, podrían constituirse en elementos adecuados dentro de una formulación de políticas de desarrollo medioambiental.
- Una práctica legislativa inoportuna deriva en un progreso del daño a los recursos naturales y en la carencia de estímulos para un manejo conveniente de los mismos. Por lo tanto, una política de desarrollo debiera insistir en el desarrollo de un cuerpo legal moderno y armónico con los requerimientos del medio y con las necesidades de la población.
- Es necesario estimular y desarrollar las actividades de conservación en instituciones tanto públicas como privadas.

ciones realizadas han sido escasas y, a menudo, inadecuadas, generando conflictos de diversa índole.

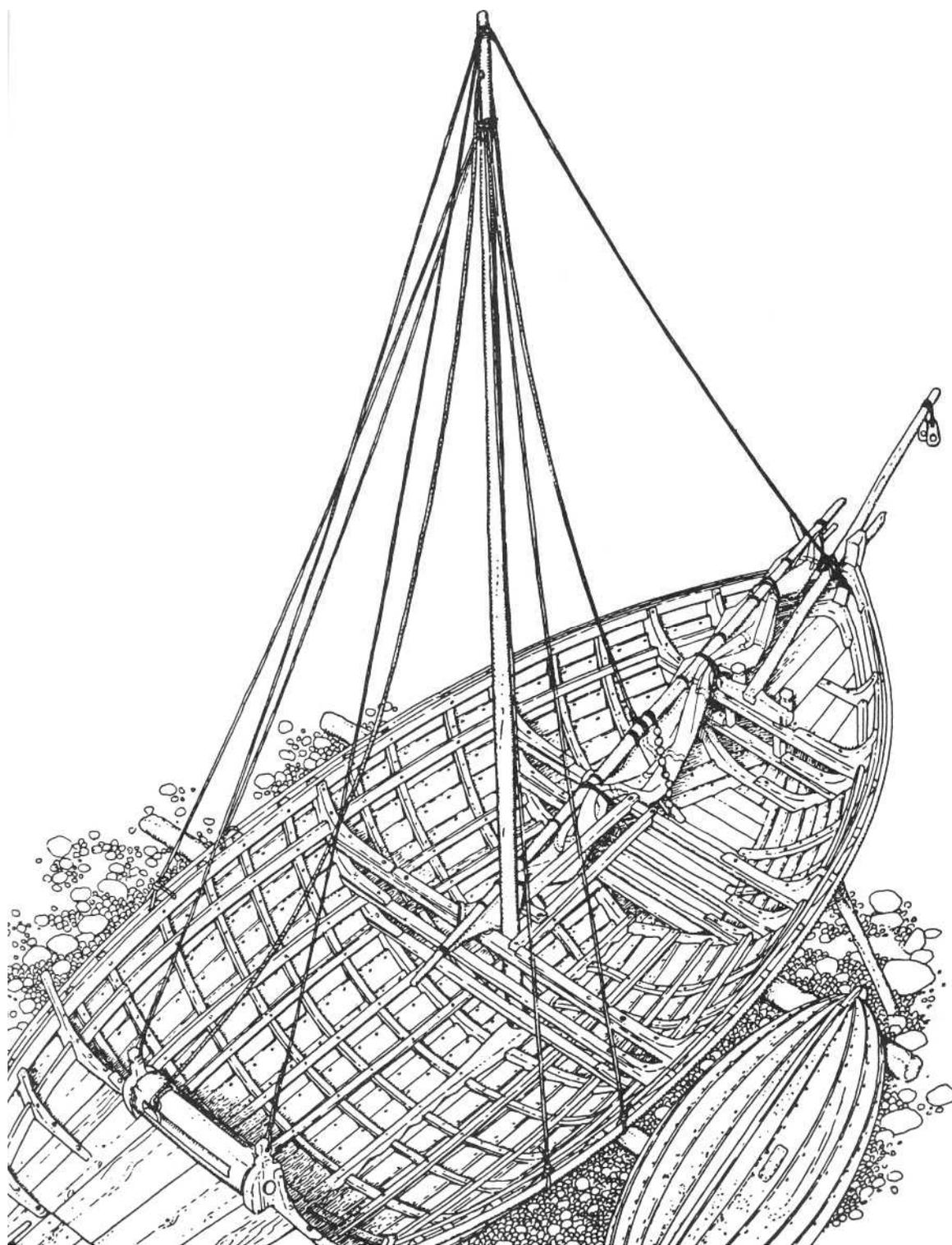
Las proposiciones de soluciones de las enfermedades del ecosistema y mejoramiento del medio ambiente no logran consenso. La confusión reinante, sin embargo, no corresponde a un déficit de información ambiental de nivel científico o tecnológico, como tampoco a una tecnoestructura insuficiente. Lo que aparece más evidente es una crisis de objetivos o propósitos del hombre en la utilización de la tierra, en relación a la búsqueda de soluciones permanentes versus soluciones circunstanciales, aplicables a cada caso. La utilización de la tierra, de acuerdo a su capacidad de uso, manejo adecuado del concepto de uso múltiple y al aporte científico-tecnológico existente, parece obstaculizada por un conflicto de escala espacio-temporal. Este conflicto se ha ido acentuando con el aumento de la densidad poblacional y de la escasez generalizada de recursos. El conflicto de escala espacio-temporal está determinado por el predominio de los intereses individuales por sobre los poblacionales o sociales, y los de ambos por sobre los generacionales de la especie o de sustentación permanente de los ecosistemas. Este gradiente de prioridades y perspectivas es propio de la naturaleza biológica del hombre y, frecuentemente, sobrepasa valores de la especie, principalmente en períodos de crisis.

El marco del conflicto está regulado actualmente por las opciones de desarrollo que presentan los mecanismos de funcionamiento transnacionales, internacionales y nacionales, en orden de jerarquía decreciente. Cada persona en particular tiende a maximizar beneficios económicos en el mínimo plazo y decide el tipo de utilización de su espacio de recursos de acuerdo a las opciones más rentables, determinadas en primera instancia por la nación. De igual forma la nación decide las opciones más rentables de utilización del espacio del recurso nacional, en pos del cumplimiento de metas sociales, de lucro y bien común, determinadas por los mecanismos de funcionamiento entre naciones. El espacio de recursos del conjunto de naciones tiene opciones de utilización determinadas por las relaciones transnacionales. Esto ha significado el predominio de una economía de escala aplicada a los recursos naturales que no considera las diferencias en relación a los tipos de utilización del espacio, destinándose los suelos masivamente a las actividades que en el momento presentan las relaciones económicas más atractivas. En otras palabras, el uso de la tierra está determinado por la demanda del momento y no por su capacidad de uso, ignorándose y sobrepasándose en muchos casos, el funcionamiento y capacidades de regeneración, generación, metabolización y reciclaje de cada ecosistema. En estos casos, no sólo se subutiliza el recurso en relación a sus usos opcionales, sino que, además, se degrada y frecuentemente se destruye.

Los efectos de las decisiones de utilización de los ecosistemas en el presente, vienen a constatar en plazos que salen de los usuales en la planificación económica. En la confrontación de prioridades, que tienden a maximizar beneficios y minimizar costos, las iniciativas conservacionistas y de sustentación permanente representan a la mayoría silenciosa de las generaciones futuras de la especie humana.

CAPITULO 2

Ambiente Oceánico



Las secciones 'Contaminación Marina' y 'Contaminación en la Bahía de Concepción', de este capítulo, han sido desarrolladas por Ramón Ahumada B., profesor de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano.

El profesor Patricio Bernal agradece al Dr. Steve Neshyba, de Oregon State University, quien permitió, gentilmente, utilizar como ilustración la imagen del NIMBUS-7, por él procesada. El profesor Nivaldo Bahamonde ofreció generosamente sus ideas y comentarios. Con Richard Parrish, Andrew Bakun y John McGowan, el autor ha mantenido largas conversaciones sobre los Ecosistemas de Margen Oriental, que, sin duda, han contribuido a sus propias ideas. Finalmente, agradece a Ester Fierro por su colaboración en el desarrollo de Figuras.

Ambiente Oceánico*

El tema que aborda este Capítulo es la descripción del medio oceánico chileno y de los ecosistemas que lo ocupan. Chile, por la extensión de su costa, posee una gran diversidad de ambientes marinos, ubicados entre los más productivos del planeta.

La importancia de dichos ambientes hace necesario profundizar, en una primera instancia, en sus características y en la dinámica que les es propia. De acuerdo con esto, la primera parte del Capítulo aborda el análisis y la descripción de los ambientes oceánicos para, en seguida, presentar los distintos aspectos y factores de la contaminación que los afecta o puede afectarlos, destacándose, finalmente, un caso de contaminación marina en la Bahía de Concepción.

El medio oceánico alberga una gran riqueza potencial de recursos vivos y no vivos, factor que ha constituido una importante motivación para su estudio. El desarrollo de la pesca artesanal primero y de la pesca industrial después, son los ejemplos más antiguos del uso que ha hecho el hombre del océano. A éstos debiera agregarse el cultivo de especies comestibles, práctica ya común durante el Imperio Romano, y el uso de algunos de sus recursos minerales, como el de la sal comestible, que se remonta a tiempos prehistóricos. La destilación del agua de mar para la obtención de agua potable ha sido, y sigue siendo, un uso habitual del océano. La historia nos recuerda que durante el sitio de Alejandría, los ejércitos de Julio César fueron provistos de agua de un destilador. La producción anual de agua dulce proveniente del mar fue estimada en 1975 en 338 millones de toneladas anuales¹.

La exploración de los recursos no vivos del subsuelo marino es una empresa de sólo reciente desarrollo. Otro antiguo uso de los océanos es el de sitio de descarga de los desechos de diversas actividades humanas. Desechos urbanos, agrícolas e industriales han sido vaciados al mar, sin gran noción de las repercusiones que esta acción pudiera tener, y generalmente, sustentada sobre la creencia de la capacidad infinita del océano de absorber estos desechos. Hoy tenemos plena conciencia de que no es posible considerar a los océanos como reservorio infinito y omnidisipante.

La velocidad con que se realiza la dispersión y dilución de contaminantes depende de la dinámica oceanográfica y, en particular, de los procesos locales que regulan la circulación y mezcla en las vecindades del sitio de descarga. Las peores catástrofes ecológicas, con trágicas consecuencias para la vida humana, como el caso de Minamata en Japón (Ver inserción Capítulo 'Salud'), han ocurrido en cuerpos de agua relativamente aislados de la circulación global, donde se dan condiciones oceanográficas muy particulares que promueven la acumulación y potenciación química de los contaminantes originales.

El océano es también una fuente potencial de energía. Hoy existen plantas eléctricas que derivan su energía de las mareas, por ejemplo, la ubicada en el estuario del río Rance, en Francia, construida en los años 60 y que produce 550 millones de kilowatts-hora anuales. Entre los sitios potenciales para localizar generadores accionados por la marea, se puede mencionar el Archipiélago de los Chonos y la zona del Estrecho de Magallanes². Gran variedad de ingeniosos diseños han sido propuestos para extraer la energía de las olas superficiales, y de la energía potencial acumulada en el gradiente térmico-salino, existente entre las capas superficiales y profundas del océano. En un futuro cercano, sin duda, seremos testigos de la implementación de algunas de estas ideas.

Considerando la importancia que ha adquirido la actividad pesquera en Chile -ocupa el segundo lugar como fuente de divisas para el país, sólo sobrepasada por las exportaciones provenientes del cobre, y que ha colocado a Chile en el tercer lugar del mundo en términos del volumen de las capturas—, el estudio del ambiente oceánico en relación a sus recursos vivos tiene primera prioridad. Este esfuerzo de investigación dista mucho de ser un estudio exclusivamente biológico, ni siquiera ecológico en el sentido clásico del término. Por las especiales características del medio oceánico, y por las fuertes interacciones que existen entre los procesos físicos, físico-químicos y biológicos, este estudio requiere necesariamente de un esfuerzo multidisciplinario integrado. Con excepción de la biología marina, el avance de otros aspectos de las Ciencias del Mar en Chile, por ejemplo, la Oceanografía Física, Oceanografía Química, Geología Marina, e incluso la Oceanografía Biológica, es claramente deficitario. Es, quizás, aquí donde se centra uno de los más claros desafíos al sistema de investigaciones y de educación superior nacionales. La problemática por resolver requiere de investigadores altamente capacitados, abiertos a interactuar con propiedad desde sus disciplinas de origen, en un esfuerzo multidisciplinario concertado. Esto no es fácil de conseguir, aun en las condiciones favorables de ambientes científicos más desarrollados que el nuestro. Sin embargo, éstas son las responsabilidades que nos caben como generación.

En reconocimiento de esta realidad, común a muchos países en vías de desarrollo, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental en conjunto con FAO, ambos organismos miembros del sistema de Naciones Unidas, han impulsado la creación del programa cooperativo internacional 'Ciencias Oceánicas en Relación a los Recursos Vivos'. Este programa, aunando los conocimientos, recursos y experiencias de países desarrollados y en vías de desarrollo, debiera significar, en lo que resta de la década, un gran paso en la comprensión de los factores que controlan la variabilidad natural de estos recursos.

Ecosistemas, Ecología y Oceanografía Biológica

Entendemos por ecosistemas, segmentos relativamente autónomos de la biosfera —el continuo formado por lo vivo sobre nuestro planeta—. La vida, de acuerdo con esta perspectiva global, es completamente interdependiente con su ambiente, es decir, con la delgada capa superficial de la tierra habitada por múltiples organismos. Estudiar la biosfera como totalidad nos ha entregado una valiosa perspectiva, en particular la del impacto de las actividades humanas sobre ella. Pero la inmensa complejidad de este sistema global sólo nos permite rescatar sus relaciones y propiedades más generales.

Si bien la biosfera forma un continuo, ella está compuesta por entidades distinguibles en cuanto a los elementos que la componen y a las regiones geográficas que ocupan. Biomas como los desiertos, selvas tropicales y bosques son entidades que no están distribuidas uniformemente sobre el planeta y se distinguen entre ellas por los distintos componentes que materializan su organización,

Pesquerías chilenas

La industria pesquera chilena nace a fines de la década de los 30, desarrollándose lentamente hasta fines de los 50. En 1959, el total de las capturas de la industria chilena alcanzó 300.000 toneladas. A mediados de los años 60, la industria pesquera había aumentado su capacidad en más de diez veces, y hacia fines de la década, las capturas alcanzaban alrededor de 1,4 millones de toneladas, cifra que se duplicó a fines de los 70. En los primeros años de la década del 80, las capturas han continuado en aumento hasta situar a Chile entre los tres mayores países pesqueros del mundo, con 4,2 millones de toneladas desembarcadas en 1983. Dos hechos son notables respecto de esta posición: por una parte, a diferencia de la URSS y Japón, que lo anteceden, Chile sólo captura en sus aguas jurisdiccionales y, por otra, en términos del valor de la captura, Chile está fuera de los diez primeros países pesqueros del mundo debido a que las especies que captura y los productos que elabora poseen un bajo precio. Por esta razón, las exportaciones chilenas de productos del mar han tenido un valor por tonelada equivalente a un 20 a 50 por ciento del valor por tonelada obtenido por países como España, Canadá, Japón y Estados Unidos.

Los peces han constituido históricamente la mayor parte de las capturas del país —95 por ciento—, representando las especies pelágicas —anchovetas, sardinas, jurel y otros— cerca del 90 por ciento, y los demersales —merluza, congrio—, alrededor del 5 por ciento. Las tendencias de estas capturas a partir del año 1950 se muestran en el gráfico siguiente.

En 1972, el efecto superpuesto de la presión pesquera, que hacía depender a toda la población prácticamente de los juveniles nacidos uno o dos años antes, y las alteraciones agregadas del fenómeno 'El Niño', que reapareció en dicho año, determinaron el colapso de la pesquería de anchoveta, tanto de la peruana como de la del norte de Chile. El colapso de la pesquería de anchoveta del norte fue seguida, en 1976, por el colapso de la pesquería de anchoveta en la zona centro-sur. En ambos casos, otras especies de peces pelágicos sustituyeron a la anchoveta: en el norte, la sardina española —*Sardi-*

nops sagax—, el jurel —*Trachurus murphyi*— y la caballa —*Scomber japonicus*—; y en el sur, el jurel y la sardina española. Esta situación marcó el paso de las pesquerías chilenas de mono a multiespecíficas y significó un aumento sustancial de las capturas a partir de 1977. En ese año, las capturas de peces fueron de 1,2 millones de toneladas, de las cuales el 53 por ciento correspondió a jurel, sardina española y caballa. En 1983, con una captura total de 3,8 millones de toneladas de peces, esas especies representaron el 96 por ciento del total.

El sistema de corrientes de Chile-Perú es una de las regiones más productivas de los océanos del mundo, debido a la presencia y acción combinada de las surgencias costeras y del aporte de nutrientes desde la región Subantártica, transportados hacia el norte por la corriente misma. En esta región ha existido la mayor pesquería del mundo sustentada por una sola especie: la anchoveta peruana —*Engraulis ringens*—. Como otras pesquerías de áreas de surgencias, ésta presenta baja diversidad de especies y 'stocks' muy abundantes. Este tipo de pesquerías experimenta grandes fluctuaciones en cuanto a su volumen. Esto se debe tanto a la variabilidad intrínseca de las poblaciones, regulada por su estructura interna, como a la variabilidad de las condiciones ambientales del ámbito pelágico. Uno de los fenómenos oceanográficos de gran importancia para las pesquerías pelágicas de la región es el fenómeno de 'El Niño'. Este consiste en una perturbación ambiental semiperiódica, que en las costas occidentales de América del sur se manifiesta en el desplazamiento de aguas más calientes y de salinidad menor a la normal hacia las zonas costeras de Perú y Chile. Su origen está relacionado con fenómenos de gran escala que tienen lugar en la banda ecuatorial del Océano Pacífico, como producto del desbalance entre el océano y la atmósfera. Sólo recientemente se ha reconocido el carácter global de estas perturbaciones, que producen anomalías climáticas en regiones tan apartadas como Australia, el Sudeste Asiático, Sudamérica Ecuatorial y las costas de Norte y Sudamérica. De las últimas tres manifestaciones del fenómeno —1965, 1972 y 1982-83—, la de 1972 fue de particular importancia porque

marcó el colapso de las pesquerías de anchoveta del Perú y del norte de Chile.

Las pesquerías demersales —aquellas que extraen peces cuya distribución espacial y modos de vida están asociados al fondo del océano— son ecológicamente más estables, pero mucho más sensibles al impacto de la pesca. En Chile, las pesquerías demersales obtienen capturas significativamente menores que las pelágicas. Los peces demersales son más longevos que los pelágicos, y por esta razón sus poblaciones son menos vulnerables a los cambios ambientales. Paralelamente, son mucho menos abundantes, más diversos como productos comercializables y su valor intrínseco es mayor. A diferencia de lo que ocurre con las pesquerías pelágicas, las tendencias y fluctuaciones que muestran las pesquerías demersales son atribuibles más a la intensidad de la pesca y a cambios biológicos que a factores ambientales. No obstante, la alteración del fondo marino, por efecto del arrastre de redes, parece ser un factor importante de considerar, especialmente para los primeros eslabones de la cadena trófica del fondo marino.

Respecto del destino y uso de la producción, se señala que Chile, tras el colapso de la pesquería de la anchoveta peruana, es el primer productor de harina de pescado en el mundo, destinando alrededor del 75 por ciento de la pesca a la elaboración de productos de

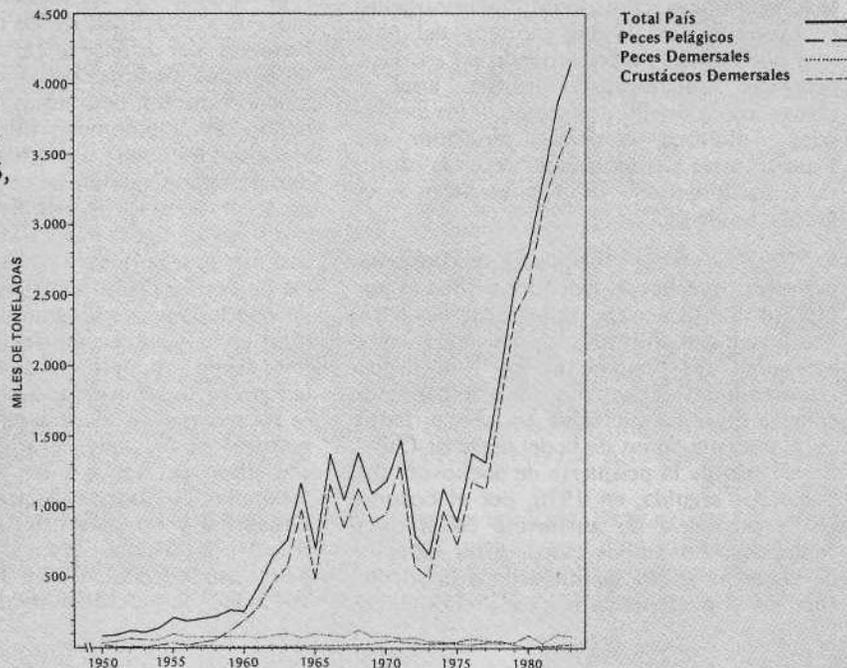
consumo indirecto. A nivel mundial, sólo el 25 por ciento de las capturas es transformada en productos de consumo indirecto, destinándose el resto al consumo humano.

Las exportaciones chilenas de productos pesqueros aumentaron casi 20 veces en los últimos 10 años y en 1983 su valor alcanzó el segundo lugar después del cobre, con un total de 438,7 millones de dólares.

Los 'stocks' que sostienen las pesquerías fluctúan por diversas causas. En teoría, éstos debieran poder alcanzar un estado de equilibrio en que la reproducción compensa la mortalidad natural y la mortalidad representada por la pesca. La necesidad de predecir la magnitud de la pesca para mantener el equilibrio dio origen en la década del 50 a varios modelos para las importantes pesquerías demersales del Mar del Norte. Esos modelos han sido aplicados posteriormente a otras pesquerías, manteniendo la premisa de la constancia ambiental, implícita originalmente en ellos.

Sin embargo, es posible optimizar la explotación de los recursos pesqueros chilenos, en la medida en que se desarrollen las perspectivas científicas y tecnológicas generando mayores capacidades predictivas —predicción de perturbaciones ambientales de gran escala, por ejemplo, el fenómeno de 'El Niño'—, e incorporando parámetros ambientales en los modelos pesqueros.

CAPTURA TOTAL Y DE LAS PRINCIPALES ESPECIES PELAGICAS Y DEMERSALES, CHILE, 1950-1983



es decir, se distinguen por las agrupaciones de organismos que las constituyen y que al interactuar entre sí y con el medio forman 'comunidades'.

Pero, ¿cuál es la organización que define a un ecosistema? Esta organización hace referencia a la autonomía relativa de estas unidades respecto al flujo de energía y al reciclamiento de materiales necesarios para mantener los procesos vitales de sus componentes y, en conjunto, para mantener su propia identidad. No todos los organismos son capaces de utilizar la energía libre disponible en el medio para sus funciones vitales. Son esencialmente las plantas las que cumplen ese rol y por esto constituyen los componentes productores iniciales de materia orgánica en los ecosistemas. Es de las plantas que depende el resto de los organismos para la obtención de los materiales y energía necesarios para sus procesos vitales. Por esta razón, los organismos que dependen de los productores se denominan consumidores. Finalmente, para cerrar el ciclo de materia, los desechos de la actividad de productores y consumidores más los restos de los mismos organismos al morir, son retransformados y devueltos al medio en la misma forma química que fueron utilizados inicialmente. Esta función la cumple otro grupo de organismos: los descomponedores.

Esta secuencia formada por productores, consumidores y descomponedores, presentada aquí en forma muy esquemática, configura la organización ecosistémica. Esta organización implica, por lo tanto, el ingreso al sistema de energía libre sólo a través de un limitado número de 'entradas' y la exportación de energía desde el sistema, también por un limitado número de 'salidas'. Las relaciones que materializan su organización quedan en su interior.

Respecto al flujo de energía, los ecosistemas son sistemas relativamente aislados, constituyendo la radiación solar la principal fuente de energía externa. Esta energía libre es fijada por las plantas por medio de la fotosíntesis, y almacenada como energía potencial en los enlaces moleculares de los compuestos orgánicos que resultan de la actividad fotosintética, siendo transferida a los otros compartimentos del ecosistema en la forma de alimento para otros organismos. El conjunto de relaciones alimentarias entre organismos —'animal-planta', 'animal-animal'— define la estructura trófica* del ecosistema.

Una importante característica de los ecosistemas marinos, y quizás una distinción relevante respecto a otros ecosistemas, es que su fenomenología está dominada en gran medida por procesos físicos, lo que obliga a que cualquier intento de comprender y explicar sus dinámicas deba considerar esta propiedad.

La magnitud y tridimensionalidad del ambiente marino definen otras características propias de los ecosistemas oceánicos. Por ejemplo, la capa productiva de los ecosistemas oceánicos, que se ubica en la superficie de los océanos, es entre 50-100 veces más delgada que la capa consumidora ubicada por debajo. Tal disparidad no existe en los ecosistemas terrestres donde es frecuente encontrar la situación inversa. Estas dimensiones relativas establecen límites para las velocidades de transporte y flujo de materiales y energía entre los diferentes compartimentos del ecosistema.

Otra peculiaridad de los ecosistemas marinos es el tamaño de los organismos productores por excelencia. Con excepción de las macroalgas costeras y algunas algas oceánicas, la gran mayoría de las plantas marinas son microscópicas, alcanzando apenas un tamaño de pocas milésimas de milímetro. Esto contrasta notablemente con el tamaño de pastos, arbustos y árboles del ambiente terrestre. No es sorprendente, por lo tanto, que para consumir estas microplantas, haya evolucionado una miríada de especies de pequeños crustáceos herbívoros, cuyo tamaño alcanza escasos milímetros. Lo que sí sorprende son algunas de las soluciones estructurales desarrolladas por estos organismos. La gran mayoría de las microplantas marinas construyen un esqueleto externo, una verdadera caja en cuyo interior se encuentra la célula viva. En el grupo numéricamente dominante, las Diatomeas, este esqueleto es de sílice. Estas microplantas viven al interior de una pequeña 'cajita de vidrio'. Los pequeños crustáceos que se alimentan de Diatomeas, los Copépodos, poseen un elaborado aparato mandibular diseñado para filtrar grandes cantidades de agua. Una de las partes de este aparato la constituye un par de pequeñísimas mandíbulas. En estas mandíbulas se ubican unos dientes aún más pequeños, sólo visibles con potentes microscopios. Lo que constituye un descubrimiento para meditar, es que estos dientes también están compuestos por sílice, es decir, son de vidrio. Poner pequeños trozos de alimento en 'cajitas de vidrio' y dotar a pequeños

* **Estructura Trófica:** conjunto de las relaciones de alimentación que se establecen entre organismos.

organismos con dientes de 'vidrio' para que se alimenten de ellos, a nuestros ojos no deja de parecer una sutil ironía de la naturaleza³.

En los ecosistemas marinos, la dinámica oceanográfica establece fuertes interacciones con los componentes biológicos. Esta fuente adicional de energía, principalmente mecánica, no es meramente accesoria, sino que muchas veces determina la dinámica biológica. A continuación, ofrecemos dos ejemplos de este tipo de interacciones.

- En el dominio de lo muy pequeño y efímero, a escalas menores que milímetros y según dos, la difusión molecular y/o turbulenta es un proceso físico dominante en el océano. Esta es una escala relevante para las microplantas del mar, como las Diatomeas, y también para las poblaciones de bacterias marinas. La formación y destrucción de agrupaciones poblacionales de estos organismos están controladas por la magnitud relativa de dos tasas o velocidades, una física — la tasa de difusión aparente de! agua de mar—, y la otra biológica —la tasa de crecimiento propio de las poblaciones.

- En el otro extremo del espectro espacio-temporal, los grandes cambios globales de la producción biológica observados entre 1949 y 1978, en el ecosistema oceánico de la Corriente de California —de una extensión aproximada de 1,3 millones de kilómetros cuadrados—, están asociados a fluctuaciones interanuales en la intensidad del flujo de la Corriente de California⁴. La variación interanual del flujo de esta corriente marina es, a su vez, inducida por procesos de interacción océano-atmósfera, que se desarrollan a escala de toda la cuenca del Pacífico. Reflejando la importancia de este tipo de interacción entre procesos físico-oceanográficos y biológicos, la ecología marina ha evolucionado hacia la nueva disciplina que se conoce hoy como Oceanografía Biológica.

Un Ambiente que se mueve: La Dinámica Oceanográfica

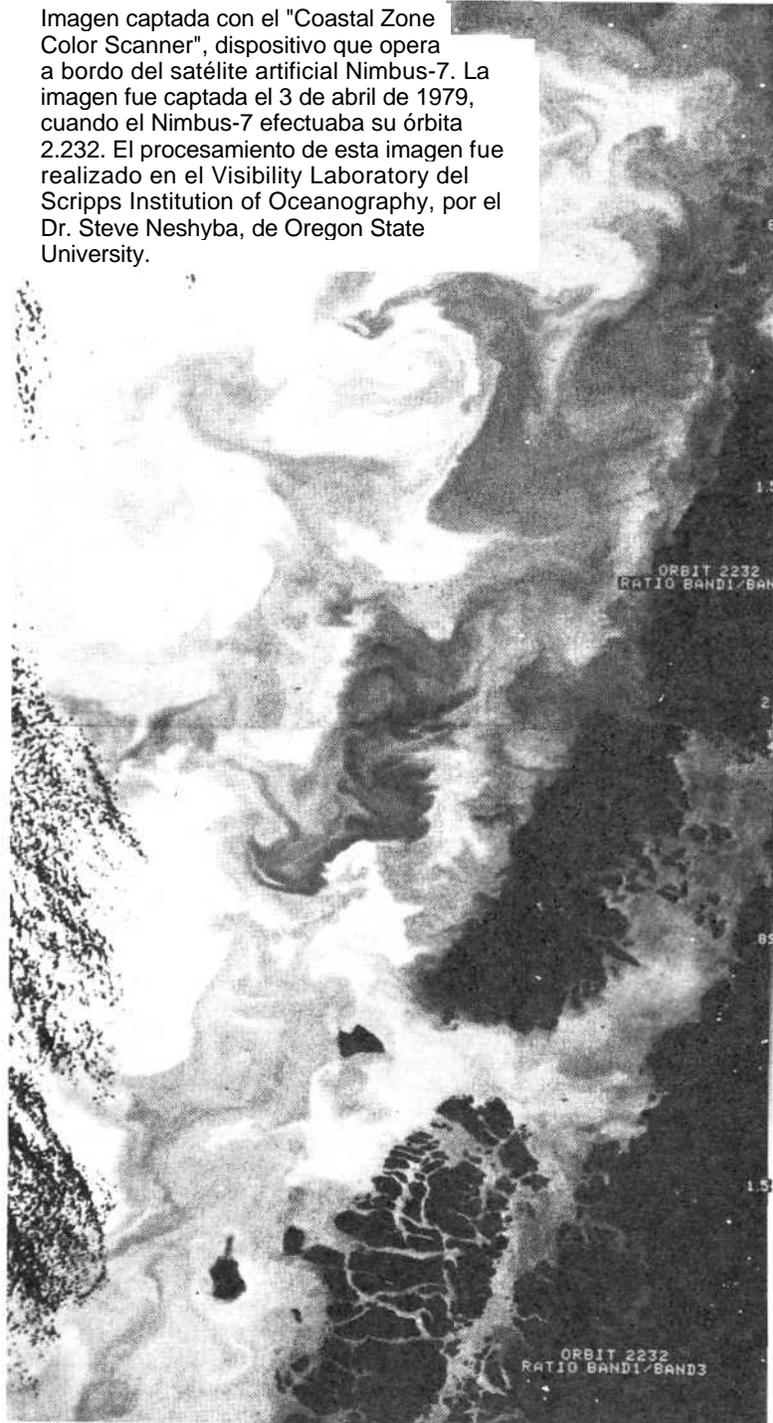
En contraste con el ambiente terrestre, el océano constituye un medio ambiente móvil para los organismos que lo habitan, con excepción de sus bordes, la costa y el fondo. Es un ambiente que cambia constantemente como reflejo de la dinámica oceanográfica.

En los océanos se desarrolla un verdadero continuo de procesos físico-dinámicos de los cuales olas y mareas quizás sean los más familiares para el observador casual. Entre los otros fenómenos menos aparentes encontramos, por ejemplo, las corrientes marinas, movimientos organizados de masas de agua que siguen un itinerario geográfico estable. Aparte de las olas de superficie, cuya fuerza y belleza contemplamos en las rompientes costeras, en el interior del océano existe toda una gama de ondas internas de distintas longitudes y velocidades, que se propagan en las tres dimensiones del espacio interior. En el dominio de las grandes escalas espacio-temporales, existen ondas planetarias, como las ondas de Rossby, cuyo largo es de varios cientos de kilómetros. En el otro extremo, a escalas microscópicas o de apenas algunos milímetros, la difusión molecular y la turbulencia contribuyen a generar una compleja microestructura tridimensional, que encuentra una contraparte biológica en la distribución de los pequeños organismos marinos que constituyen el plancton. Entre estos extremos, se intercala una serie de fenómenos con dimensiones típicas que van desde unos pocos cientos de metros a decenas de kilómetros, los denominados procesos de mesoescala. De éstos, los más importantes son los torbellinos —inglés, 'eddies'—, celdas semicerradas de circulación, de forma circular o elipsoidal, análogos a remolinos de gran tamaño. Estos torbellinos se originan por diversos mecanismos: inestabilidades en el flujo de las corrientes, accidentes topográficos del fondo, configuración de la costa, distribución de la fuerza del viento sobre la superficie, estructura del campo de densidad interna, y otros.

Si bien la existencia de estos fenómenos ha sido conocida desde los comienzos de la investigación oceanográfica por medio de métodos indirectos, sólo recientemente los oceanógrafos han tenido a su disposición imágenes captadas por medio de satélites artificiales, que muestren esta compleja estructura del océano. La Figura 2.1 muestra una de estas imágenes, captada por el satélite NIMBUS-7 durante su órbita 2.232, el 3 de abril de 1979. En negro aparece parte de Chile continental al sur de los 40° de latitud sur, la Isla de Chiloé y el Archipiélago de los Chonos. Las dos manchas negras al oeste de estos archipiélagos corresponden a las Islas Guafo y Guamblin de norte a sur.

**Figura 2.1.- DISTRIBUCIÓN DE CLOROFILA
EN LA COSTA AUSTRAL DE CHILE.**

Imagen captada con el "Coastal Zone Color Scanner", dispositivo que opera a bordo del satélite artificial Nimbus-7. La imagen fue captada el 3 de abril de 1979, cuando el Nimbus-7 efectuaba su órbita 2.232. El procesamiento de esta imagen fue realizado en el Visibility Laboratory del Scripps Institution of Oceanography, por el Dr. Steve Neshyba, de Oregon State University.



Los distintos tonos de grises con que aparece representada la superficie del mar, corresponden a distintas concentraciones de clorofila. Este pigmento de color verde se encuentra presente en las microplantas marinas; por lo tanto, las tonalidades claras corresponden a bajas concentraciones de plantas. Las aguas con pocas plantas son poco productivas y se conocen como 'aguas azules' y son características de mar abierto. Como las poblaciones de microplantas flotan a la deriva en el agua que habitan, constituyen un verdadero trazador natural de los movimientos del agua. En la mitad superior de la figura se observan tres torbellinos de 'aguas azules', que se introducen hacia la costa desde mar abierto. Entre estos torbellinos y las aguas más productivas cercanas a la costa, se forman fronteras bien definidas o 'frentes' en los que plantas y otros organismos marinos tienden a acumularse. Frente a la Isla de Chiloé, se presenta un torbellino acompañado de estructuras filamentosas con un alto contenido de clorofila. La concentración de clorofila en esta estructura ha sido calculada, estimándose que existían 1,718 mg-clorofila / m³ de agua. Este torbellino posiblemente fue generado por la mezcla que produce al chocar con el continente la Deriva del Oeste, una corriente marina que cruza todo el Pacífico Sur desde Australia y Nueva Zelanda. La zona costera, más productiva, corresponde a distintas proporciones de aguas subantárticas mezcladas con aguas de los canales y fiordos, ambas ricas en fertilizantes inorgánicos que incrementan la producción vegetal.

Más que un análisis detallado de cada una de las estructuras observadas, el valor principal de esta imagen es mostrar la tremenda heterogeneidad espacial que oculta la aparente uniformidad y monotonía de la superficie del mar. No debemos olvidar que todas las estructuras mostradas en la fotografía corresponden a una 'instantánea'. Por ejemplo, los torbellinos modifican su velocidad rotacional permanentemente, se desplazan, cambian de forma y, eventualmente, desaparecen. Muchos de los detalles aparentemente caprichosos, visibles en la imagen, no son sino la huella que dejaron al pasar, en días anteriores, otros torbellinos, frentes, corrientes tipo 'jet', o bien la señal dejada por la activación y relajación de un centro de surgencia o afloramiento costero.

Ecosistemas en el Mar

Uno de los mayores problemas para abordar el estudio de los ecosistemas marinos es la dificultad de establecer sus límites en forma no ambigua. No es casualidad que al enseñar ecología e introducir el concepto de ecosistemas acuáticos se recurra a los ejemplos de pequeños lagos o lagunas, es decir, cuerpos de agua claramente delimitados con una flora y fauna esencialmente autocontenidas.

Con la excepción de algunos fiordos, estuarios y bahías, en los océanos no existen cuerpos de agua cuyas fronteras físicas sean tan nítidas y permanentes como las de lagos y lagunas.

Nuestra experiencia cotidiana no nos permite guiar la intuición al tratar de imaginar la existencia de fronteras permanentes o semipermanentes en el interior de las aguas del océano. Y, sin embargo, éstas existen y delimitan ambientes oceánicos y comunidades marinas extremadamente dispares, cuyas diferencias son tan sólo comparables a las que, en el ambiente terrestre, distinguen un desierto de una pradera o una selva tropical. Por ejemplo, al centro del Océano Pacífico, entre los 10° y los 35 a 40° de latitud, tanto en el hemisferio norte como en el sur, existen dos masas de aguas cálidas y de elevada salinidad, rodeadas en toda su periferia por un verdadero anillo de corrientes marinas. Esto hace que las aguas al interior de este anillo mantengan su identidad y estén expuestas a un mínimo de perturbaciones causadas por movimientos masivos de aguas de otro origen. Estos son los dos grandes Giros Centrales del Océano Pacífico, hábitat que han permanecido prácticamente inalterados por algunas decenas de millones de años. En ellos se han desarrollado comunidades de organismos adaptados a este ambiente, cuya producción es extremadamente baja. Debido a esto, podemos afirmar que los desiertos más extensos sobre la superficie del planeta no se encuentran sobre tierra firme, sino que ocupan estas grandes extensiones de los océanos, ya que giros similares existen en el Atlántico Norte y Sur.

A pesar de la dificultad en delimitar los ambientes oceánicos, hay acuerdo entre las investigaciones realizadas por distintos especialistas^{5,6,7,8} respecto al hecho de que en el Océano Pacífico existe sólo un limitado número de ecosistemas oceánicos. McGowan⁹ distingue ocho grandes ecosistemas en el Pacífico: **Subártico**, localizado en el giro de corrientes subárticas al norte de los 40° de latitud norte; **De Transición Norte**, centrado en la corriente Transpacífica del Norte a los

Algas marinas

Las algas son los productores primarios más importantes en los ambientes acuáticos y, en consecuencia, son los 'vegetales' más importantes del mar; fueron los primeros productores en la historia geológica de la tierra, y su antigüedad data de, por lo menos, 3 mil millones de años. La evolución de estos organismos, a lo largo del tiempo, les ha permitido invadir y colonizar todos los ambientes acuáticos.

Desde un punto de vista ecológico, las algas marinas son clasificables en microscópicas y macroscópicas. El primer grupo incluye a una variedad de organismos principalmente planctónicos, los que constituyen la base de cadenas tróficas en ambientes pelágicos.

Las algas marinas macroscópicas son aquellas visibles a ojo desnudo. Sus tamaños varían desde unos pocos centímetros, como es el caso del luche —*Porphyra columbina*—, hasta varias decenas de metros, como es el caso de plantas de huiro —*Macrocystis pyrifera*—. Su apariencia externa también es variable. Pueden ser filamentosas, laminares, crustosas o arboriformes. Muchas de estas morfologías, a menudo, están relacionadas con el tipo de ambiente en que viven. Así, por ejemplo, en ambientes expuestos al oleaje el tipo de alga corresponde a formas arboriformes o costras. En ambientes protegidos del oleaje son comunes las formas laminares y filiformes.

Estos organismos tienen variada importancia en el mar. Como se señaló, ellas son las productoras más importantes de extensas zonas costeras y, en consecuencia, son la base de numerosas cadenas tróficas. Por ejemplo, lapas, fisurelas, caracoles y erizos, son herbívoros que dependen directamente de algas marinas. Algunos carnívoros, tales como el loco —*Concholepas concholepas*—, tienen una dependencia indirecta, ya que consumen herbívoros, los que a su vez consumen algas.

Un segundo rol ecológico importante es aquel desempeñado por las especies de algas de tamaño grande, las que sirven de refugio, área de asentamiento larval o hábitat a numerosas especies de invertebrados. Así, por ejemplo, los discos adhesivos del chascón —*Lessonia nigrescens*— sirven de hábitat y refugio a más de 50 especies de invertebrados que las usan como hábitat exclusivo o como área de reclutamiento.

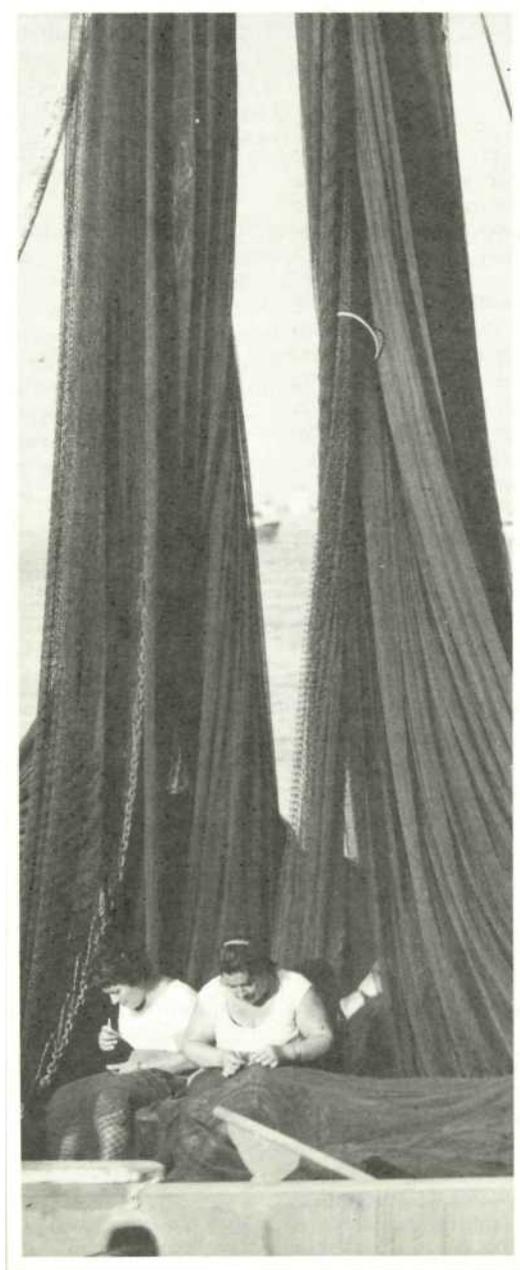
Desde el punto de vista antrópico, las algas marinas tienen usos múltiples. Debido a que pueden absorber y acumular sales desde el agua de mar, ellas pueden ser usadas como fertilizantes mejorando las condiciones naturales del suelo. Varias especies son usadas como suplemento nutritivo de dietas de ganado vacuno y porcino. Algunas especies de algas tienen usos medicinales y proveen varios tipos de esteroides y antibióticos. Sin embargo, su mayor uso actual se refiere a su utilización como alimento humano o como materia prima para la fabricación de ficocoloides.

Los altos contenidos de hidratos de carbono en las algas ha permitido el desarrollo de la industria de ficocoloides. Estos son compuestos con propiedades gelificantes y/o espesantes, posibles de extraer a partir de las paredes celulares de las algas. A este tipo de compuestos corresponden productos tales como agar-agar, alginatos y carragenanos. La gama de aplicaciones de estos productos es notable e incluye prácticamente cualquier producto parcial o totalmente sintético, susceptible de ser modificado en sus propiedades de viscosidad o gelificación. En 1979 se calculó que el valor de la producción mundial de geles era de alrededor 210 millones de dólares al año y que estos geles eran esenciales para la fabricación de productos que, solamente en Estados Unidos, sumaban 22 billones de dólares.

La industria de alimentos a partir de algas marinas está especialmente bien desarrollada en Oriente: En Japón se producen insumos cercanos a los 700 millones de dólares anuales. Por el contrario en Chile, las actividades relacionadas con este uso se restringen a la recolección de un número muy reducido de especies, entre las que sobresalen el cocha-yuyo —*Durvillea antarctica*— y el luche —*Porphyra columbina*—. Ambas especies se consumen en ensaladas o guisos con poquísimas elaboraciones. Su consumo, por parte de la población, es intermitente, y su recolección y preparación para la venta es principalmente artesanal. Llama poderosamente la atención lo limitado de esta actividad en un país con una riqueza algológica tan notable en calidad y cantidad. Si bien es cierto que los estudios de composición química de las algas indican que ellas tienen altos por-

centajes en hidratos de carbono —hasta un 70 por ciento— y sales minerales —10,40 por ciento— y un bajo porcentaje en compuestos nitrogenados y proteínas —hasta 15 por ciento—, unas pocas especies poseen porcentajes de proteínas significativamente más altos y podrían ser incorporadas como componentes regulares de la dieta humana.

Sin duda, ésta es un área de desarrollo científico-tecnológico pobremente explorada en el país y, a menudo, mal orientada. La mayor parte de los intentos de usar las algas marinas como alimento han sido orientados a proveer a los mercados extranjeros, pero raramente se ha intentado introducir en el país este tipo de alimento.



Algas marinas en Chile: un recurso de importancia

Para la costa de Chile Continental se han descrito aproximadamente 400 especies de algas marinas. A ello se debe agregar aproximadamente 100 especies existentes en el Archipiélago de Juan Fernández, 150 de la Isla de Pascua y 90 del Territorio Antártico Chileno. La flora marina de las Islas de Sala y Gómez nunca ha sido sujeto de estudio y el conocimiento algológico que se tiene de las Islas Desventuradas se limita a la descripción de 5 especies. Adiciones sustanciales a estos valores probablemente se lograrán cuando la zona submareal de Chile Continental sea sometida a exploraciones y estudios más intensos.

En Chile, la actividad comercial relacionada con algas marinas se inició hacia fines de la década del 50 y se ha mantenido en incremento, especialmente en los últimos 15 años. Hacia fines de la década del 60, se exportaban anualmente 3 mil toneladas de algas secas; en los primeros años de la década del 80, se exportaban más de 21 mil toneladas con valores económicos cercanos a los 20 millones de dólares. A ello se debe sumar la producción y exportación de aproximadamente 100 toneladas de alginato, 500 de agar y 230 de colagar.

Los sistemas de cosecha de estas algas son principalmente artesanales. Tradicionalmente, trabajan grupos familiares en los que los hombres incursionan en el mar extrayendo el alga, mientras la mujer y los hijos hacen el trabajo de limpieza y separación del material. Se estima que una población de 5.000 pescadores, y sus familias, dependen en Chile, total o parcialmente, de este recurso para subsistir.

La extracción de algas se realiza casi enteramente de praderas naturales. Sólo en los últimos años se han iniciado programas de cultivo de algunas especies, especialmente en bahías abrigadas de la zona norte del país.

La actividad extractiva actual muestra una tendencia a la regionalización. Las regiones más al norte del país, básicamente exportan algas pardas y específicamente especies de *Lessonia* y *Macrocystis*. La recolección que se realiza en las regiones más al sur del país incluye principalmente productores de agar

—*Gelidium*, *Gracilaria*— o productores de carragenanos —*Iridaea*—. Las actividades de recolección en Chile Central abarcan la mayor diversidad de especies incluyendo *Gracilaria*, *Gymnogongrus*, *Durvillea*, *Gelidium*, *Iridaea* y *Neoagardhiella*. Una consecuencia de esta situación deriva en el hecho de que las distintas regiones tengan prioridades muy diferentes en los programas de acopio de antecedentes para la formulación de programas de manejo. Esto, unido a las obvias diferencias climáticas entre distintas regiones del país, y al efecto que esto tiene sobre las prácticas de recolección, y de secado, o sobre la calidad del material a exportar, determinan la necesidad de estudios biológicos y pesqueros específicos para cada región, contemplando las especies localmente más importantes.

El aumento de la importancia económica de las algas ha estimulado la realización de estudios biológicos y pesqueros de estos organismos. En el pasado, ellos tuvieron orientación principalmente taxonómica o cartográfica. Se pretendía conocer qué especies de algas existen en el país y de mensurar los 'stocks' de aquellas que son económicamente más rentables. En la actualidad, los estudios con algas marinas chilenas muestran mayor frecuencia y diversificación. Los últimos 8 años han visto el establecimiento de grupos de investigadores especializados, prácticamente en cada región del país, y actualmente se investiga no sólo los tipos de algas existentes en Chile sino, además, numerosos otros problemas científicos y tecnológicos.

Así, estudios químicos buscan nuevos productos naturales en las algas, tales como nuevos tipos de geles o antibióticos o intentan evaluar sus contenidos calóricos y sus riquezas como alimento. Este tipo de estudios, eventualmente, permitirá encontrar nuevas especies utilizables y diversificará la demanda.

Los estudios de estimación de recursos están actualmente orientados a la posibilidad de incorporar métodos no tradicionales para las mediciones de 'stocks', tales como la adopción de control remoto o técnicas de medición forestal.

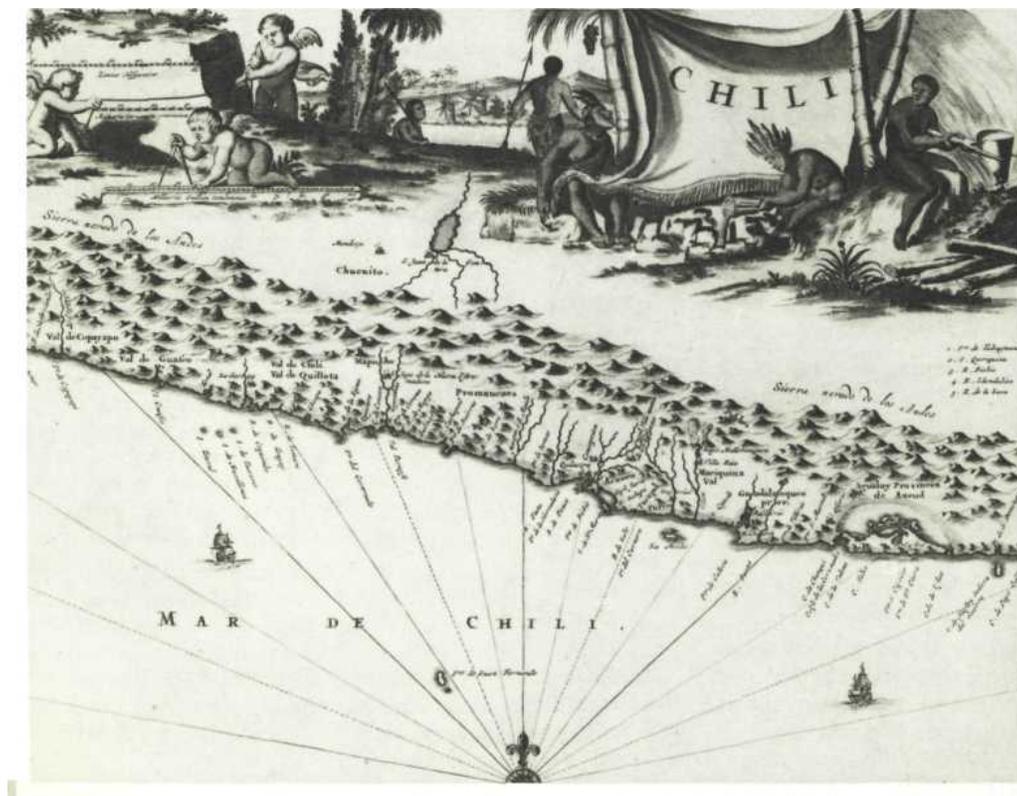
Los estudios de cultivo en laboratorio y en el campo, sin duda, contribuirán al manejo

de algunas especies potencialmente más interesantes y permitirán estabilizar la producción anual y la entrega al mercado.

Los estudios ecológicos colaboran en la caracterización de los roles que cumplen las algas con los ecosistemas litorales y permiten identificar el efecto de los factores ambientales de mayor importancia en su crecimiento y producción.

La maduración del conocimiento biológico ha permitido la realización de estudios de manejo, los que están orientados a un conocimiento integrado de estos recursos.

En los últimos años, este tipo de estudios ha incorporado conocimiento biológico, pesquero, económico, social y legal a fin de proveer un cuerpo de conocimiento que permita armonizar la cosecha de las especies económicamente importantes con sus roles ecológicos y económico-sociales. En algunos casos, estos estudios han permitido predecir aumentos significativos en los volúmenes de recolección de determinadas especies —por ejemplo, *Gracilaria*— y, llevados a la práctica en forma racional, pueden resultar también en incrementos significativos de los ingresos regulares de los pescadores. Es esperable que, si el apoyo estatal e institucional continúa, los próximos años vean un crecimiento aún más significativo y diversificado del conocimiento y de la utilización de estos recursos en Chile.



35° de latitud norte; **Ecuatorial**, en una ancha banda de 20° al norte y sur del ecuador; los dos **Giros Centrales**, uno **del Pacífico Norte** y el otro **del Pacífico Sur**, ya mencionados; **De Transición Sur**, centrado en la Deriva del Oeste a los 40° de latitud sur; **Pacífico Tropical Oriental**, formando un gran triángulo entre las costas de Norte y Sud América a los 20° de latitud y un punto al norte del ecuador en el centro del Pacífico, a los 160° longitud oeste; **Subantártico**, al sur de la Deriva del Oeste. A éstos cabe agregar el ecosistema **De Aguas Antárticas** al sur de la Convergencia Antártica.

Se han señalado algunas de las propiedades comunes a estos ecosistemas¹⁰. Son sistemas semicerrados, pero con una considerable cantidad de mezcla de sus componentes en su periferia. De los ocho ecosistemas propuestos para el Pacífico, seis de ellos se encuentran en regiones en que las aguas de los primeros 1.000 metros superficiales del océano tienden a moverse siguiendo circuitos cerrados. Existen evidencias que indican que también son muy antiguos. Los patrones básicos de circulación en el Pacífico se han mantenido por varias decenas de millones de años. Por ejemplo, datos geoquímicos indican que el sistema de corrientes ecuatoriales no ha cambiado de posición a lo menos desde el Mioceno¹¹. El lapso transcurrido sugiere que se han desarrollado procesos de adaptación evolutiva de parte de los organismos que componen las comunidades de estos ecosistemas, de modo tal que estas comunidades se encuentran ajustadas para enfrentar la alta variabilidad del ambiente oceánico.

Con el fin de ilustrar la extensión de los ecosistemas descritos arriba, en relación a la costa chilena, utilizaremos la distribución geográfica de los Eufáusidos, el grupo de crustáceos al cual pertenece el 'krill' antártico. Estos son pequeños animales de pocos centímetros de longitud, con una morfología similar a los camarones comestibles. La Figura 2.2a muestra la distribución de las especies que pertenecen al Ecosistema del Giro Central del Pacífico Sur¹². Estas son: *Euphausia mutica*, *Euphausia gibba*, *Euphausia recurva* y *Nematoscelis atlántica*. Cabe hacer notar en la figura, que estas especies no penetran las aguas más productivas cercanas a la costa. La Figura 2.2b, muestra la distribución de las especies del Ecosistema Ecuatorial en su extensión costera hacia el sur. Estas son: *Euphausia eximia*, *Euphausia distinguenda*, *Stylocheiron affine*, *Euphausia tenera* y *Nematoscelis gracilis*. La Figura 2.3a, muestra la distribución de dos especies que pertenecen al Ecosistema de Transición Sur: *Nematoscelis megalops* y *Thysanoessa gregaria*. En este caso, a pesar que hacia las regiones más oceánicas los límites de este sistema se estrechan alrededor de la Deriva del Oeste, al aproximarse a la costa sudamericana estos márgenes se amplían siguiendo la bifurcación de esta corriente, hacia el norte en el Sistema de Chile-Perú y hacia el sur en la Corriente del Cabo de Hornos. La Figura 2.3b muestra la distribución de las especies pertenecientes al ecosistema Subantártico: *Euphausia lucens*, *Euphausia vallentini*; y aquellas del Ecosistema Antártico: *Euphausia triacantha*, *Thysanoessa macrura* y *Euphausia frígida*.

De la inspección de estas figuras, resulta aparente que existe una gran sobreposición en la distribución de las especies pertenecientes a diferentes ecosistemas, en particular en la zona de la Corriente de Chile-Perú, próxima a la costa, aspecto que volveremos a retomar más adelante.

Los ecosistemas marinos en Chile

Para referirnos a los ecosistemas marinos de Chile, emplearemos el siguiente enfoque: en primer lugar, presentaremos una sinopsis de la oceanografía física del mar chileno, haciendo énfasis en algunos procesos que tienen particular relevancia en la ecología de la región; y, en seguida, procederemos a caracterizar las comunidades biológicas más importantes que ocupan dicho ambiente.

La Oceanografía Física del Pacífico Sureste

En el Océano Pacífico, al sur del Ecuador, y en estrecha asociación con el centro de altas presiones atmosféricas que se ubica entre los 20° y 35° de latitud sur, se encuentra el Giro Anticiclónico del Pacífico Sureste. Este giro está formado por un verdadero anillo de corrientes marinas que giran alrededor de su centro en dirección contraria a las agujas del reloj y que circundan prácticamente toda la cuenca. El brazo oriental de este giro localizado frente a las costas de Sudamérica,

ESPECIES DEL ECOSISTEMA DEL GIRO CENTRAL DEL PACIFICO SUR

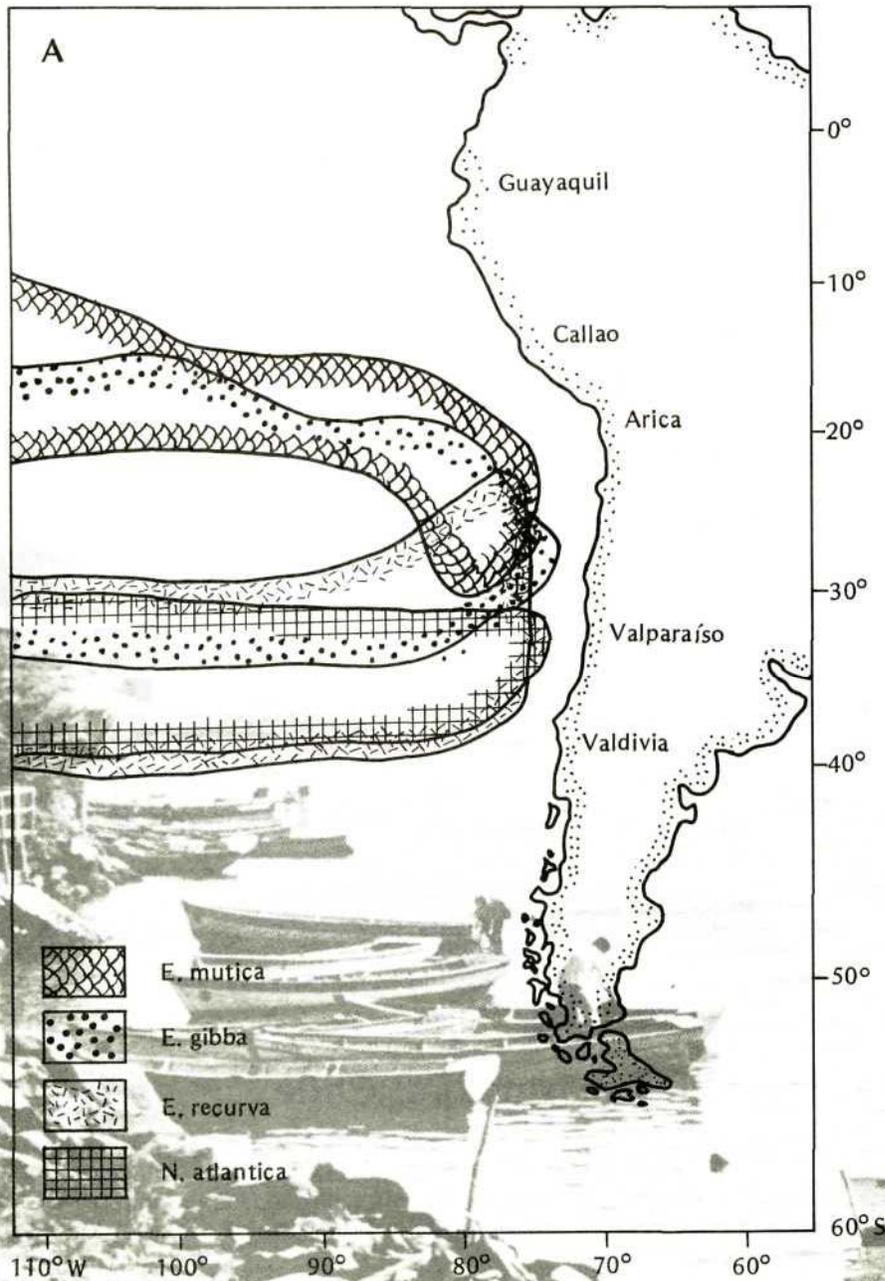
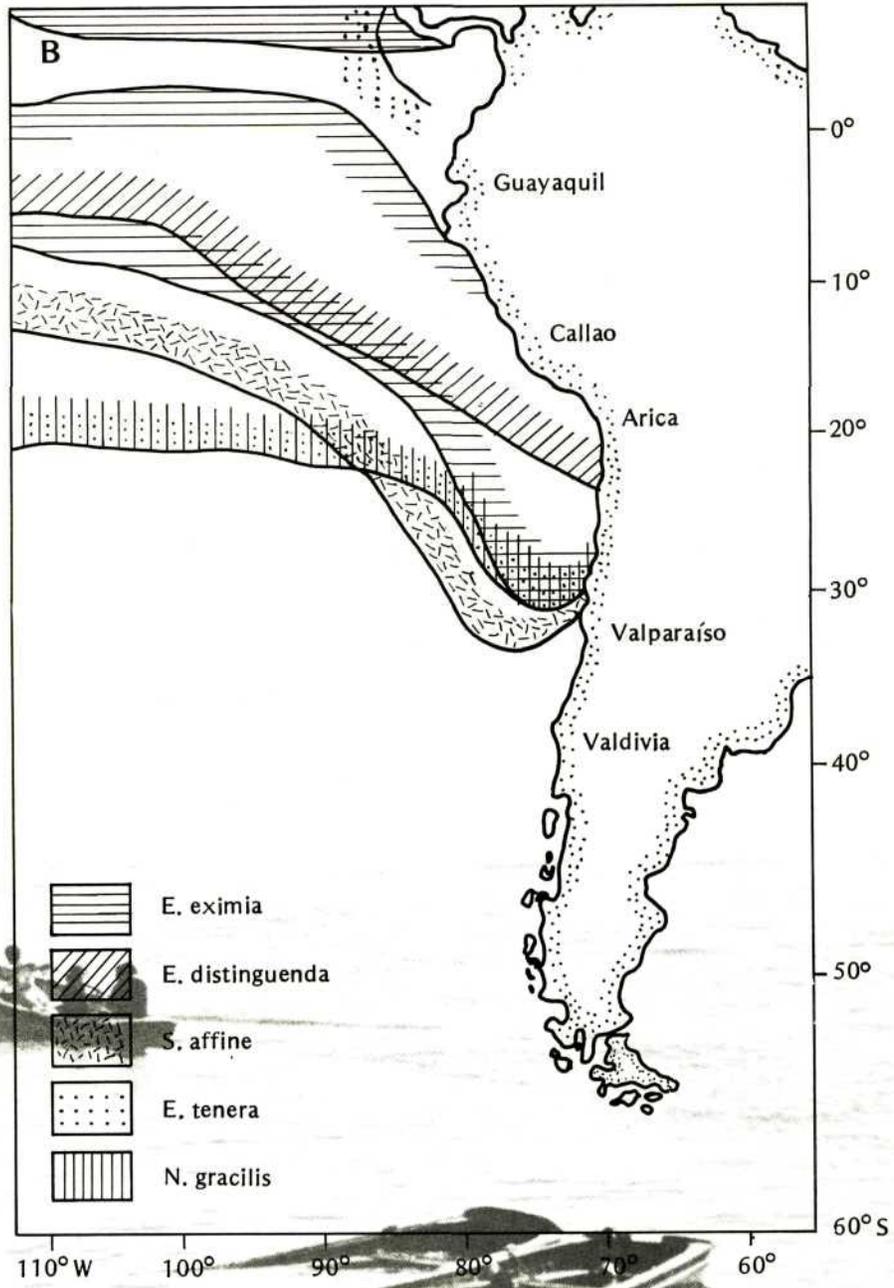


Figura 2.2.
DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ESPECIES DE EUFAUSIDOS EN EL PACIFICO SUR ORIENTAL (I).

A. Especies pertenecientes al Ecosistema del Giro Central del Pacifico Sur.
B. Especies pertenecientes al Ecosistema Ecuatorial.

ESPECIES DEL ECOSISTEMA ECUATORIAL



ECOSISTEMA DE TRANSICION SUR

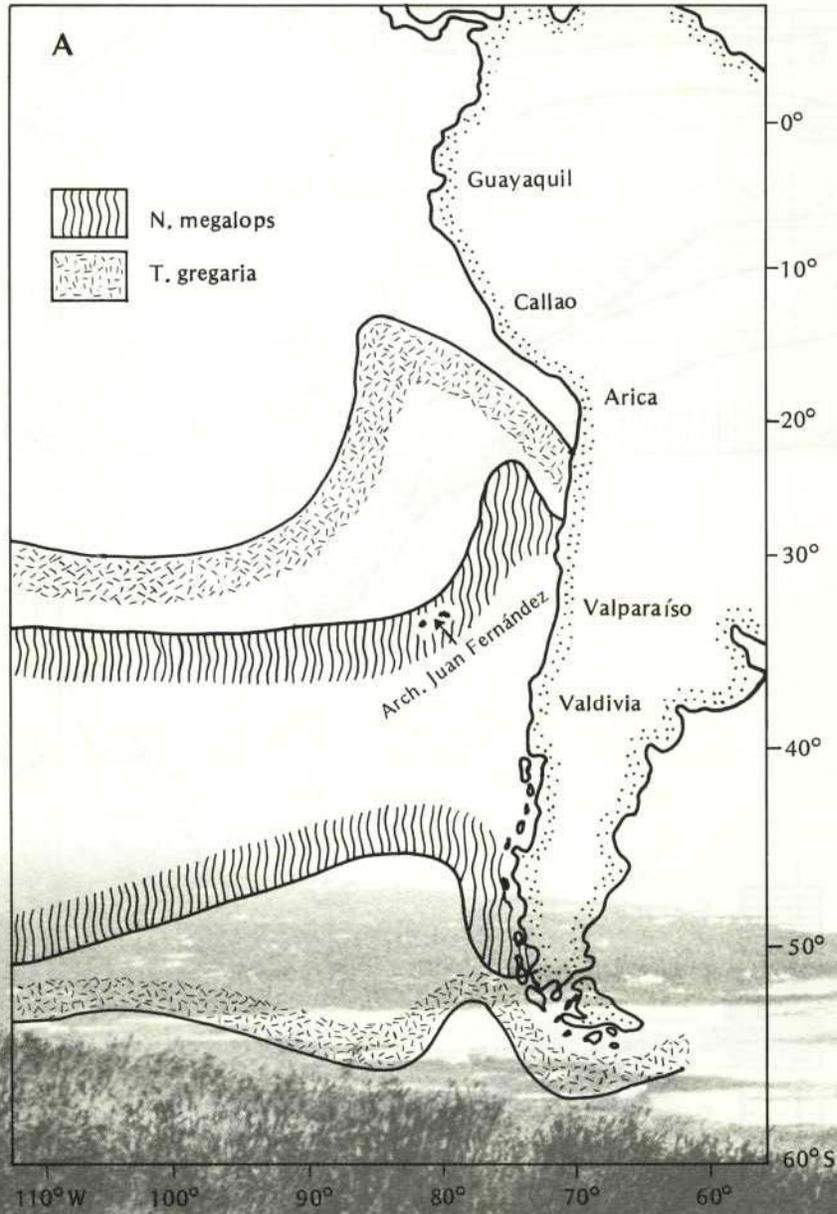
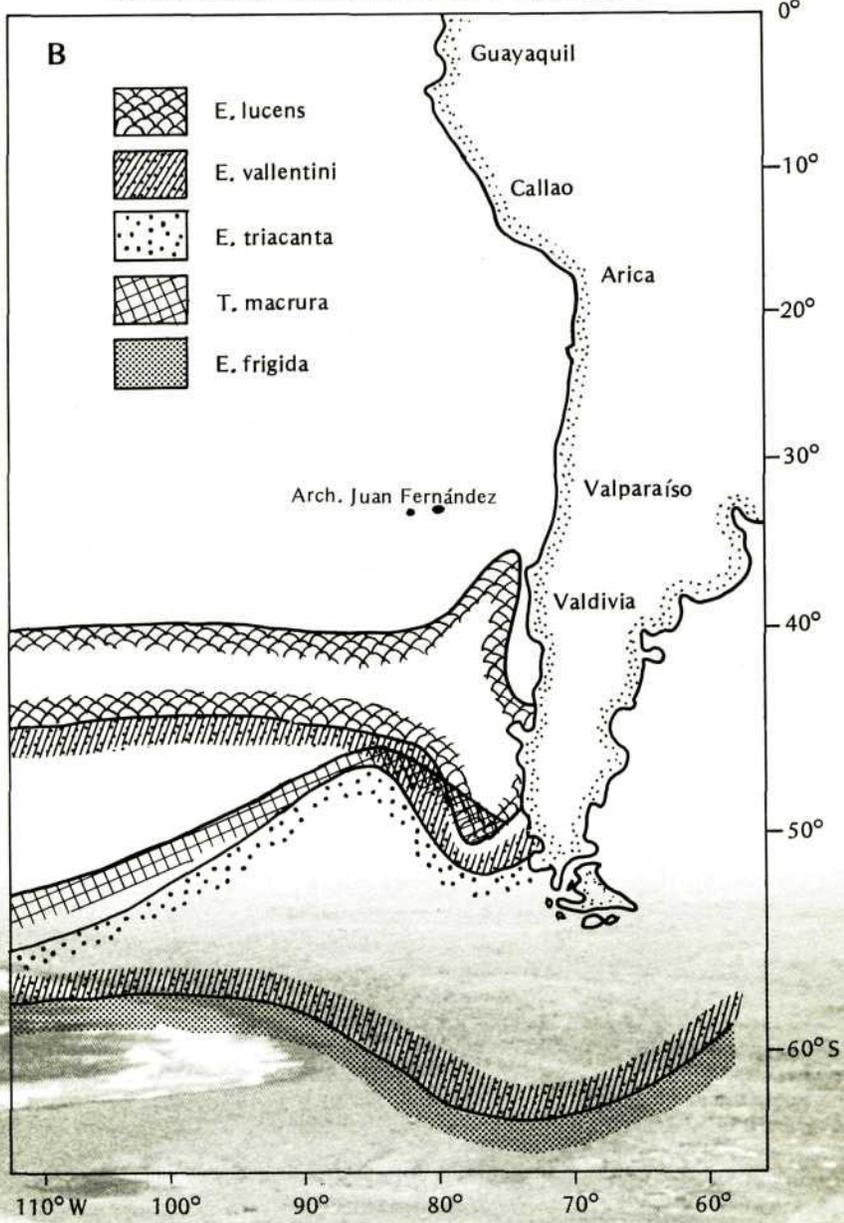


Figura 2.3.
DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ESPECIES DE EUFAUSIDOS EN EL PACIFICO SUR ORIENTAL (II).
A. Especies pertenecientes al Ecosistema de Transición Sur. B. Especies pertenecientes a los Ecosistemas Subantártico y Antártico.

Fuente: Antezana, T., *op. cit.*¹²

ECOSISTEMAS SUBANTARTICO Y ANTARTICO



**EL BORDE ORIENTAL DEL GIRO ANTICICLONICO
DEL PACIFICO SUR-ESTE.**

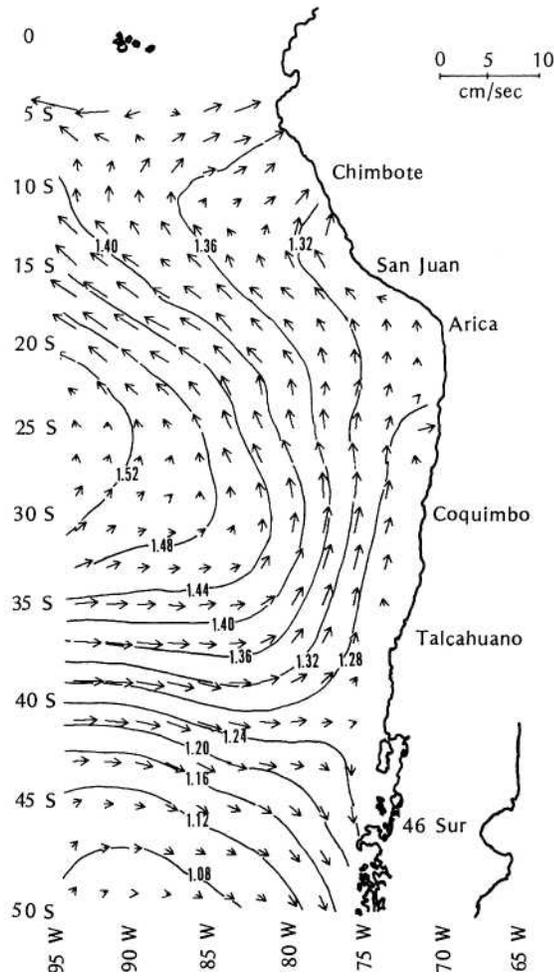


Figura 2.4.— Utilizando observaciones colectadas durante todo el año, la figura muestra los vectores que indican la dirección y magnitud del movimiento de las aguas en superficie de acuerdo a la escala. Las Líneas continuas representan la topografía dinámica de la superficie expresada en metros-dinámicos. El patrón de circulación corresponde al brazo oriental del giro anticiclónico del Pacífico Sur-Este. Frente a Valdivia, a los 40° latitud sur, se observa la llegada al continente de la Deriva del Oeste, que se bifurca hacia el norte en el sistema de Corrientes, de Chile-Perú y hacia el sur en la Corriente del Cabo de Hornos.

está formado por el Sistema de Corrientes de Chile-Perú, también conocido como Sistema de la Corriente de Humboldt. La circulación oceánica y las masas de agua presentes en la región del Pacífico Sureste, están determinadas principalmente por la presencia de aguas frías y de baja salinidad que fluyen de sur a norte como parte de este sistema de corrientes (Figura 2.4).

Las Corrientes. Los patrones medios de circulación en la región, pueden describirse con referencia a la Figura 2.5, que presenta un corte esquemático de la estructura del sistema de corrientes frente al Norte Chico —aproximadamente a los 29° de latitud sur—. Hacia el oeste de la zona representada en la figura, el sector oceánico se ve dominado por un amplio y lento movimiento de las aguas hacia el norte, con máximos en sus velocidades relativas de alrededor de 4 cm/seg, a mil o más kilómetros de la costa. Este flujo corresponde a la penetración hacia el norte de aguas subantárticas oceánicas y ha sido denominado Corriente Oceánica Chileno-Peruana¹⁴, la que aparece identificada por la letra A en la figura.

Más hacia la costa, existe un flujo hacia el sur que sigue un curso paralelo a la costa a lo largo de los meridianos 76°-77° W, aproximadamente a 500 km de la costa. Este flujo se conoce como la Contracorriente Oceánica Peruana, que en la Figura 2.5 aparece identificada con la letra B y se caracteriza por un máximo de velocidad cercano a 6 cm/seg, a 300 m de profundidad.

En la zona ubicada entre los 300 y 400 km fuera de la costa, se aprecia el flujo comparativamente más rápido de la Corriente de Humboldt propiamente tal, con un núcleo de máximas velocidades relativas mayores a 18 cm/seg a 200 metros de profundidad. En la Figura 2.5 la Corriente de Humboldt está indicada por la letra C.

Entre el borde occidental de la Corriente de Humboldt y la costa, eventualmente se pueden observar otros tres flujos, cuya presencia y constancia es más variable, particularmente en relación al predominio de períodos fríos o cálidos en el Pacífico Sureste. El más permanente de estos tres flujos corresponde a una contracorriente, la Contracorriente Costera de Chile¹⁵ que en la Figura 2.5 aparece identificada con la letra D, desplazándose hacia el sur a aproximadamente 100 a 200 kilómetros de la costa. Las máximas velocidades relativas observadas en superficie son de 10 cm/seg.

El segundo flujo de la zona costera es una corriente muy superficial hacia el norte, cuya presencia es más marcada durante períodos cálidos. Esta corriente ha sido denominada por Robles¹⁶ como la Corriente de los Fiordos, aludiendo al origen de sus aguas. Silva y Sievers¹⁷ la mencionan como la rama costera de la Corriente de Humboldt. Cuando este flujo se encuentra bien desarrollado, se desplaza a unos 100 kilómetros de la costa, exhibiendo velocidades relativas entre 6 y 16 cm/seg, pudiendo presentar intensificaciones tipo 'jet' de hasta 40 cm/seg. En la Figura 2.5 la Corriente de los Fiordos aparece identificada con la letra E.

El flujo más costero del sistema se observa inmediatamente fuera de la costa y está compuesto, en la zona norte y central de Chile, por el derrame hacia el sur de un tipo de aguas característico, originadas en la región entre Arica y Mejillones. Las velocidades máximas de esta contracorriente generalmente fluctúan alrededor de los 20 cm/seg y se localizan a 200 metros de profundidad. En conjunto con la Corriente de los Fiordos, esta contracorriente participa y es afectada por los procesos de afloramiento costero. En la zona norte de Chile, el núcleo de esta contracorriente se eleva hasta unos 100 metros de profundidad, al igual que en la costa sur del Perú¹⁸. Este núcleo es coincidente con una capa de aguas que se caracteriza por poseer un mínimo contenido de oxígeno disuelto. Este flujo hacia el sur es de bastante permanencia y pareciera corresponder más apropiadamente al flujo descrito como la Corriente de Gunther o 'Perú-Chile Undercurrent'. En la Figura 2.5 aparece identificada por la letra F.

Las masas de agua. Los mecanismos que mantienen la circulación descrita están íntimamente relacionados a la naturaleza físico-química de las aguas: su contenido de calor y de sales en disolución. Estas propiedades determinan la densidad de las aguas, la que, a su vez, determina el campo de presiones internas del océano. En forma similar a lo que ocurre en la atmósfera, donde las diferencias de presión atmosférica determinan la dirección e intensidad de los vientos, en el océano las diferencias de presiones internas determinan la dirección y velocidad de sus corrientes.

En términos prácticos, las masas de agua se caracterizan por su temperatura —cantidad de calor que contienen— y su salinidad —cantidad de sales disueltas que contienen—. Entre distintas regio-

CORTE ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE CORRIENTES
DECHILE-PERU A LOS 29° S.

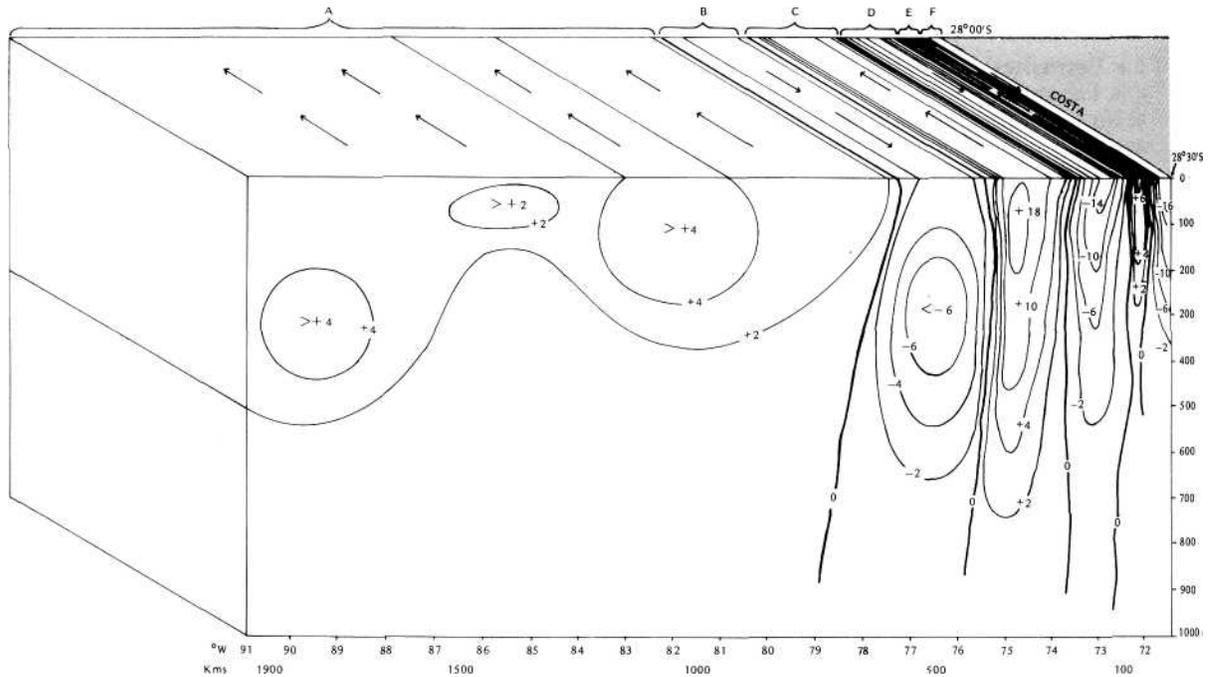


Figura 2.5.— El esquema muestra la estructura del campo de velocidades geostroficas, calculado en base a información de temperatura y salinidad. Modificado a partir de dos fuentes: de los 500 km hacia el oeste se basa en Robles (1979), de los 500 km hacia la costa en Silva y Sievers (1981). Las velocidades están

expresadas en cm /segundos con valores positivos indicando flujo hacia el norte y viceversa. Las letras en la parte superior identifican corrientes a las que se refiere en el texto.

FUENTE: Robles, F.L. op. cit. 16; Silva, N. y Sievers, op. cit. 17

nes y profundidades del océano los valores promedios de estas variables difieren, lo que permite referirse a las masas de agua como entidades discretas, aunque sus fronteras sean variables en respuesta a la dinámica oceanográfica.

Las principales masas de agua presentes en el sistema Chileno-Peruano son:

- las Aguas Superficiales Subtropicales (ASST)
- las Aguas Subantárticas (ASA)
- las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), y
- las Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

Las propiedades físico-químicas que las caracterizan y su distribución horizontal y vertical están resumidas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. MASAS DE AGUAS EN EL PACIFICO SURORIENTAL MERIDIONAL					
Masas de aguas presentes	Sigma-t (†)	Profundidad m.	Temperatura °C	Salinidad ‰	Oxígeno ml/l
A) Area 1: 75° - 90°W; 18° - 35°S					
Subtropical superficial (AST)	<25,30	<35	> 18,5	> 34,8	> 5,0
Subantártica (ASA)	25,70 - 25,90	70 - 130	12,5 - 13,5	34,2 - 34,4	4,1 - 5,6
Ecuatorial subsuperficial (AESS)	26,80 - 26,90	320 - 370	8,5	34,4 - 34,5	0,9 - 2,2
Intermedia antártica (AIA)	27,10 - 27,20	540 - 640	5,5 - 6,5	34,3 - 34,4	2,4 - 4,1
B) Area 2: COSTA - 75°; 18° - 28°S					
Subtropical superficial (AST)	<25,30	<12	> 18,5	> 34,9	> 5,0
Subantártica (ASA)	25,90	25 - 40	14,5	34,7 - 34,8	2,5 - 4,5
Arica - Mejillones	26,40	100 - 110	12,5	34,7 - 34,9	0,6 - 1,0
Ecuatorial subsuperficial (AESS)	26,80	330 - 370	9,5 - 10,5	34,6 - 34,8	0,3 - 0,6
Intermedia antártica (AIA)	27,30	710 - 750	5,5	34,5	1,5 - 1,9
C) Area 3: COSTA - 75°W; 28° - 39°S					
"Fiordos"	24,70 - 25,60	10 - 17	13,5 - 17,5	33,9 - 34,2	5,3 - 6,0
Subantártica (ASA)	25,70 - 26,00	20 - 50	11,5 - 13,5	34,1 - 34,2	4,0 - 5,7
Ecuatorial subsuperficial (AESS)	26,80 - 26,90	300 - 340	8,5	34,5 - 34,6	0,8 - 1,3
Intermedia antártica (AIA)	27,10 - 27,20	560 - 600	5,5	34,3 - 34,4	3,8 - 4,1
D) Area 4: COSTA - 77°W; 39° - 48° S					
"Fiordos"	24,60 - 25,10	0 - 40	11,5 - 13,5	32,7 - 33,4	5,5 - 6,6
O ₂ mínimo	26,60 - 26,70	152 - 210	8,5 - 9,5	34,1 - 34,4	2,0 - 3,0
Ecuatorial subsuperficial (AESS)	26,90 - 27,00	290 - 390	6,5 - 7,5	34,3 - 34,4	2,5 - 4,3
Intermedia antártica (1)	27,10	500 - 530	5,5	34,3	5,0 - 5,2
E) Area 5 (1): 76° - 90°W; 35° - 48°S					
Subantártica (ASA)	25,20 - 25,30	10 - 30	13,5 - 14,5	33,7 - 34,0	5,9 - 6,2
O ₂ mínimo	26,70 - 26,90	220 - 270	6,5 - 8,5	34,1 - 34,4	3,3 - 5,0
Intermedia antártica (AIA)	27,10	450 - 470	5,5	34,3	5,5 - 5,8

Fuente: Robles, 1979 16. (1) Sin datos en Invierno.

ftj En la tabla la densidad se expresa en unidades 'Sigma-t'; esta unidad práctica se obtiene de restar 1 a la densidad expresada en gr/cm³ y multiplicar la diferencia por 1000. Es decir, un valor Sigma-t de 25,30 equivale a una densidad de 1,02530 gr /cm³.

La Figura 2.6 muestra la distribución horizontal de las masas de agua tanto en superficie como bajo ella. Durante el verano en la región oceánica, más allá de 150 kilómetros de la costa, las ASST se observan a ambos lados de una penetración hacia el norte de las aguas Subantárticas (ASA) localizada entre los 75°-85° W. Las ASST se caracterizan por un máximo de salinidad superficial con valores de 34,8 a 35,0 por mil, por lo que su límite en la figura está demarcado por la isohalina* de 35,0 por mil. Estas aguas se presentan sólo hasta los 30 metros de profundidad. Temperaturas entre 15° y 24° C se encuentran asociadas con el máximo de salinidad que las caracteriza.

Isohalina: una superficie o línea que une puntos con igual contenido de sales en disolución.

MASAS DE AGUA Y CIRCULACIÓN EN EL PACIFICO SURESTE MERIDIONAL DURANTE VERANO

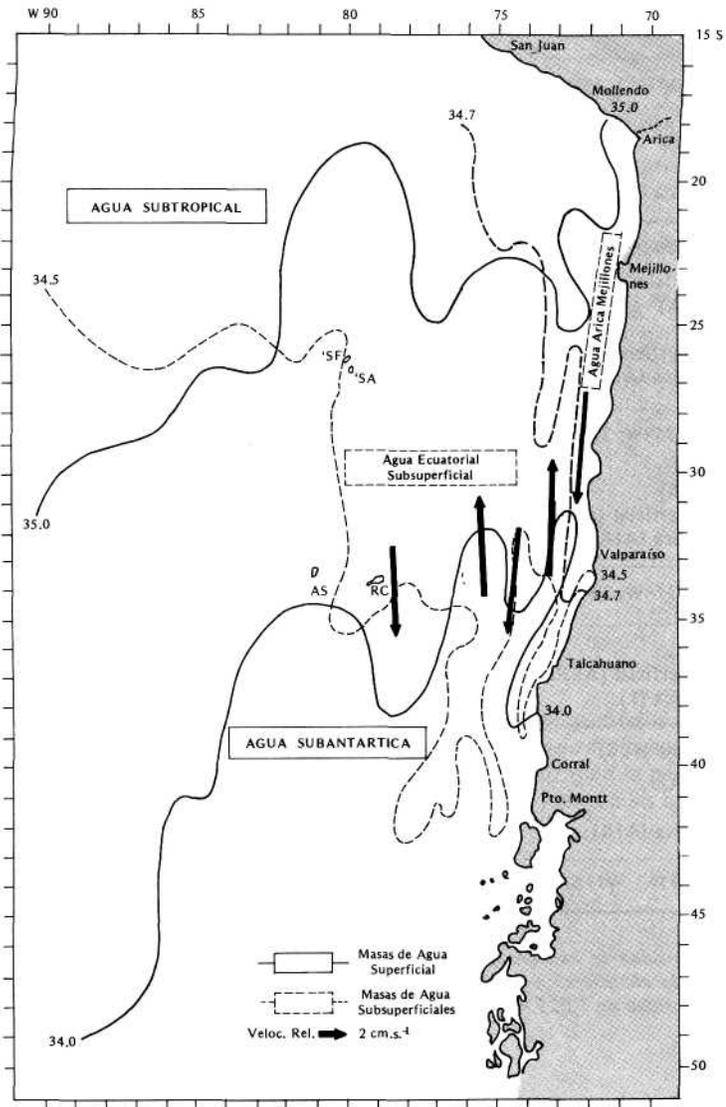


Figura 2.6.

Se representa esquemáticamente la extensión de las principales masas de agua superficiales (línea continua) y subsuperficiales (línea de trazos). Los límites entre masas de agua son demarcados por líneas de igual contenido de sales en "por mil" (‰). Los flujos principales del Sistema de Corrientes de Chile-Perú están representados por vectores que indican la dirección del flujo y cuya longitud es proporcional a la velocidad promedio (modificado de Robles, 1979).

Las aguas Subantárticas (ASA) son el elemento regional dominante en las capas superficiales frente a la costa de Chile. Estas son aguas frías, entre 10° y 19° C, y de baja salinidad, entre 32,0 por mil y 34,8 por mil. La profundidad media de la capa de mínima salinidad que las caracteriza se eleva desde alrededor de los 130 metros de profundidad en el sector oceánico, hasta los 40 metros en el sector costero. El derrame hacia el norte de las ASA sigue dos cursos principales: uno oceánico entre 75° y 85° W. y otro más costero a lo largo de los 73°-74° W.

Las aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) se identifican por la presencia de aguas con un máximo salino subsuperficial, con valores de salinidad entre 34,5 por mil a 34,9 por mil, asociados a un rango de temperaturas entre 7° y 12° C. Las AESS se extienden hacia el sur a lo largo de la costa hasta las proximidades de la Isla de Chiloé —42°-43° de latitud sur—. La presencia de aguas del máximo salino subsuperficial que las caracteriza se observa a lo largo de la costa central de Chile, alrededor de los 300 metros de profundidad y, en general, coincide con la capa de mínimo oxígeno y con la isopícnica —línea de igual densidad— de 26,8 Sigma-t.

La Figura 2.7 muestra la distribución vertical de las masas de agua en un corte paralelo a la costa de Chile. En ella aparecen, además de las ya descritas, las Aguas Intermedias Antárticas que se originan por hundimiento en la Convergencia Antártica y se desplazan hacia el norte y las dos masas de aguas que ocupan las profundidades del Pacífico: las Aguas Profundas y de Fondo.

Surgencias o afloramientos costeros. En los márgenes orientales de los océanos, adyacentes a las costas occidentales de los continentes, como en el caso de Chile, se presenta un importante fenómeno oceanográfico y ecológico conocido como surgencias o afloramientos costeros. Este consiste en la ascensión de aguas profundas hacia la superficie del mar en áreas restringidas de la costa. Esta circulación vertical es particularmente importante para la ecología de la región ya que constituye un mecanismo natural de fertilización de las aguas, incrementando la producción vegetal marina.

Como resultado de la muerte y desintegración de los organismos marinos, se produce una lluvia continua de partículas de materia orgánica hacia el fondo del mar. En el fondo estos restos orgánicos son transformados por acción bacteriana, produciendo, entre otros compuestos, sales inorgánicas de fósforo y nitrógeno.

La producción vegetal marina, por necesitar de la energía proveniente de la radiación solar, tiene lugar en las capas superficiales iluminadas del océano. La luz se hace insuficiente para activar los procesos fotosintéticos pocas decenas de metros bajo la superficie y, eventualmente, se extingue hacia las grandes profundidades que se mantienen en permanente oscuridad.

Los vegetales requieren de fósforo y nitrógeno, ya que estos elementos forman parte de compuestos claves en la bioquímica de los organismos. Ellos se encuentran normalmente en muy bajas concentraciones en el agua de mar. Si no existe renovación de estos elementos, la producción vegetal termina por agotarlos localmente en las capas superficiales, disminuyendo o paralizando la producción.

En términos generales, las capas superficiales iluminadas y las capas más profundas del océano pueden considerarse como dos compartimentos aislados entre sí. La estratificación de las aguas producida por las diferencias de densidad, aguas cálidas y livianas en superficie y aguas frías y pesadas en las profundidades, hace que ambos estratos tiendan a permanecer sin mezclarse. Impidiendo aún más la mezcla vertical, por debajo de la capa superficial existe una delgada zona donde tiene lugar una brusca disminución de la temperatura y, por lo tanto, un brusco aumento de la densidad. Si esta zona o capa, que recibe el nombre de pycnoclina, permanece inalterada, las plantas terminan por agotar los nutrientes superficiales y, en consecuencia, la producción se detiene. Las surgencias costeras rompen esta estratificación y, por llevar a la superficie aguas ricas en fósforo y nitrógeno, las fertilizan, haciendo posible la mantención ininterrumpida del ciclo de producción.

La física que da origen a las surgencias está relacionada con la fuerza —inglés, 'stress'— que ejercen los vientos sobre la superficie del mar, y con la presencia de una frontera representada por la costa.

Figura 2.7. VISION ESQUEMATICA DE LAS MASAS DE AGUA FRENTE A LACOSTA DE CHILE

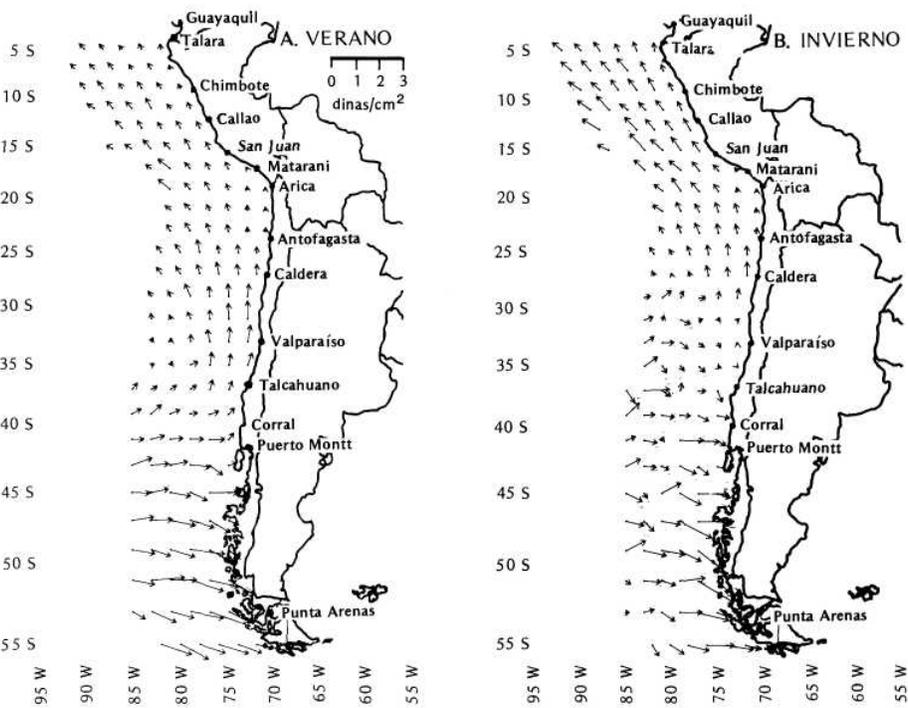
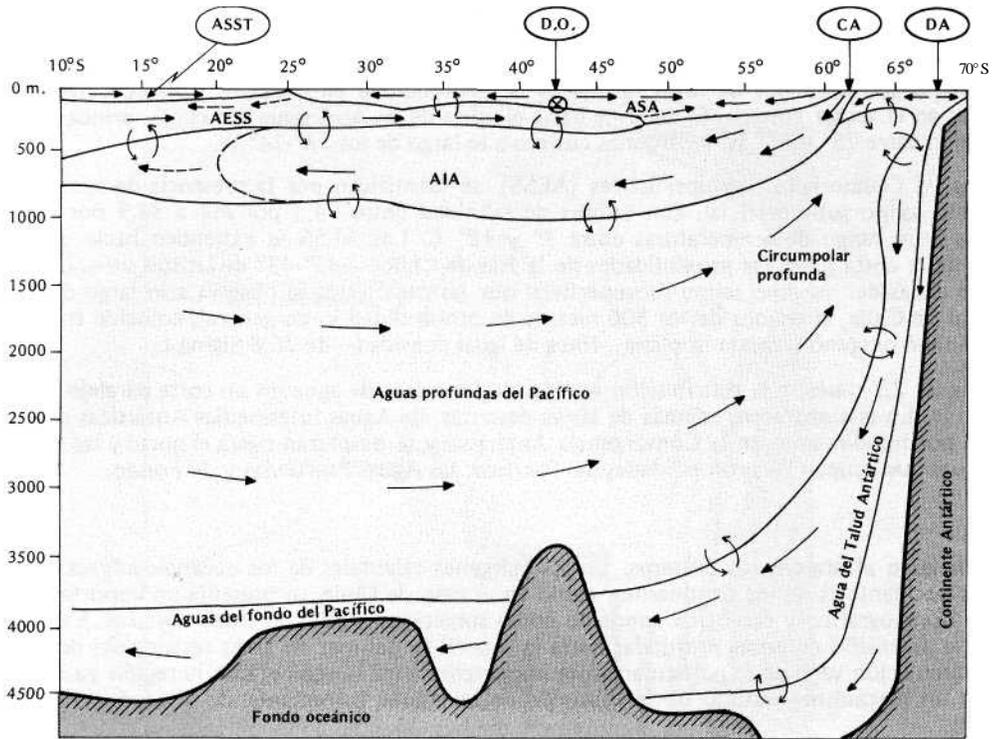


Figura 2.8.

Figura 2.7.

ASST: Aguas Superficiales Subtropicales;
AESS: Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales;
ASA: Aguas Subantárticas; A: Aguas
Antárticas; AIA: Aguas Intermedias
Antárticas; DO: Penetración de la Deriva del
Oeste; CA: Convergencia Antártica; DA:
Divergencia Antártica. (Modificado de un
esquema original de H. Sievers con
información adicional proporcionada por R.
Ahumada).

Figura 2.8.

DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA DEL
VIENTO SOBRE LA SUPERFICIE
DEL MAR.

La magnitud, en dinas/cm², está indicada
por el largo de las flechas según la escala
de la figura. La dirección está dada por la
Orientación de las flechas.

Figura 2.9.

DISTRIBUCIÓN DEL TRANSPORTE DE
EKMAN PRODUCIDO POR LA FRICCIÓN
DEL VIENTO SOBRE LA SUPERFICIE
DEL MAR.

Las unidades son toneladas métricas de
agua por segundo y por metro de costa.

*Fuente: Bakun, A. & R.H. Parrish.
Turbulence, Transport and Pelagic Fish in the
California and Perú Current Systems*

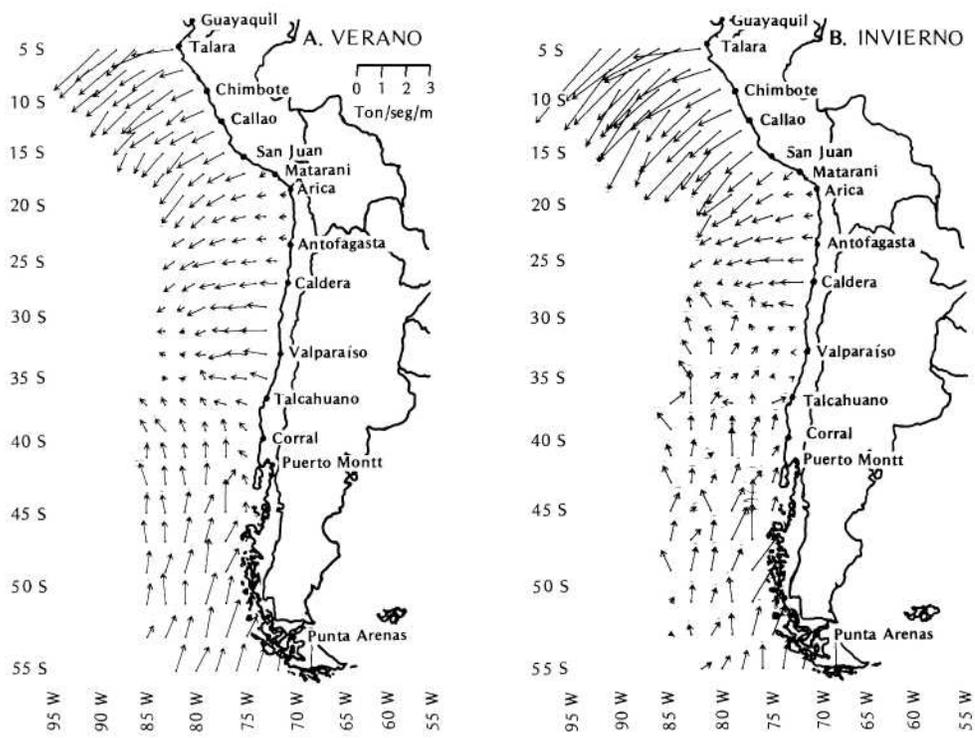


Figura 2.9.

Los vientos se acoplan por fricción, 'empujan' la superficie del mar, transmitiendo 'momento'* a las aguas. El movimiento que adquiere la capa superficial tiene una dirección de 45° a la derecha o izquierda de la dirección en que sopla el viento, dependiendo del hemisferio. Esta desviación se origina por efecto de la rotación terrestre. La dirección y velocidad que adquiere la capa superficial no se transmite inalterada entre capa y capa del océano. En el hemisferio sur, cada capa por debajo de la superficie tiende a desplazarse cada vez más hacia la izquierda de la dirección del viento. Una integración vertical que promedie estas desviaciones muestra que, en el hemisferio sur, cuando el viento sopla de sur a norte, la capa superficial del océano, influida por el viento, adquiere un movimiento en dirección al oeste. En la costa central y norte de Chile, durante primavera y verano, los vientos soplan desde el sur o el suroeste hacia el norte o noreste, por el efecto descrito, esto produce un desplazamiento de las capas superficiales hacia el oeste, alejándolas de la costa. Por la propiedad de continuidad de los fluidos —¡no es posible fabricar agujeros en ellos!-, esto obliga ascender a las aguas ubicadas inmediatamente por debajo de esta capa, las que transportan los nutrientes regenerados en el fondo. La Figura 2.8 muestra la distribución de la fuerza del viento, expresada en dinas/cm², sobre la superficie del mar. En ella puede verse que en verano, entre Corral y Antofagasta, la dirección del viento favorece la presencia de afloramientos o surgencias costeras. La Figura 2.9 muestra la magnitud y dirección del transporte de las aguas superficiales en respuesta a la influencia de los vientos. Las unidades de este transporte son toneladas métricas de agua por segundo por cada metro de costa. Durante verano, entre Talcahuano y Antofagasta, se observan magnitudes considerables. En cambio, en invierno pareciera ser que las surgencias son más intensas entre Caldera y Arica, y prácticamente desaparecen al sur de Caldera. Estas dos figuras están basadas en información recopilada durante varios años y, por lo tanto, representan tendencias promedio. Las surgencias son un fenómeno local y esporádico, en respuesta a la intensidad y persistencia de los vientos locales. Un evento de surgencia tiene una duración típica del orden de una semana.

En estrecha conexión con la dinámica de las surgencias, en la zona costera se establecen una serie de flujos, contraflujos y frentes, que tienen importancia en la distribución y modos de vida de los organismos. La Figura 2.10 muestra un esquema de una surgencia en una zona donde existe una plataforma continental adyacente a la costa; una situación similar puede encontrarse frente a Concepción y Arauco, la única región de la costa norte y central de Chile donde existe una plataforma de cierta extensión.

Viento, mezcla y turbulencia. La estabilidad-inestabilidad de las capas superficiales de la columna de agua está relacionada, en gran medida, con la cantidad de energía externa disponible para procesos de mezcla. La agitación de las aguas de superficie, producida por el viento, es transmitida a las capas inmediatamente por debajo destruyendo la estratificación de microescala en la columna de agua. El tránsito de una tormenta por un punto en la superficie del océano produce, de inmediato, la alteración de la estructura térmica y de densidad, generando inestabilidades y en definitiva turbulencia. Una variable de fácil medición que representa la cantidad de energía disponible para procesos de mezcla turbulenta, es la velocidad del viento en la superficie elevada a la tercera potencia¹⁹.

La estabilidad de las capas superficiales tiene estrecha relación con la formación de estratos o capas que concentran las partículas de alimento para los pequeños organismos del plancton marino, especialmente de las larvas de peces²⁰.

Estas partículas alimenticias no se encuentran uniformemente distribuidas, ni es frecuente observarlas distribuidas al azar. Cálculos de la energía que necesitan los organismos planctónicos indican que los valores promedio que han sido observados en el océano son insuficientes para que estos organismos subsistan. En cambio, las concentraciones observadas al interior de estas capas son varias veces superiores a los valores promedio. Por lo tanto, gran parte de la 'acción' ecológica ocurre en estas zonas; zonas que los organismos son capaces de detectar y utilizar. La mantención o disrupción de estas microestructuras del ambiente puede significar, localmente, la vida o la muerte por inanición de gran parte de los organismos del plancton. Como el plancton constituye en el mar uno de los primeros eslabones de las cadenas tróficas, este fenómeno tiene implicaciones, que aunque generadas localmente, impactan a todo el ecosistema.

- *Momento: producto de la masa por la velocidad de un cuerpo en*

Movimiento

La Figura 2.11, A y B, muestra la distribución del cubo de la velocidad del viento en la Región del Pacífico Sureste. Las zonas al sur de los 40° latitud sur, que se caracterizan por estar expuestas a un alto número de tormentas, exhiben altos valores. Lo mismo ocurre en la zona de surgencias localizada en Talcahuano. En cambio, es notable la muy baja disponibilidad de energía para mezcla que se observa en la zona alrededor de Arica. Esta zona es un centro de concentración y reproducción de las especies de peces pelágicos dominantes en el sistema: la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina española (*Sardinops sagax*). Quizás la razón por la que estos peces utilizan esta zona como centro de reproducción es, precisamente, los bajos niveles de turbulencia observados a lo largo de todo el año, lo que permite inferir la presencia y persistencia de microcapas con alta concentración de alimento para sus larvas. Esta zona presenta una anomalía positiva de temperatura (Figura 2.11 C), que debe estar conectada a los bajos niveles de turbulencia y mezcla entre la capa superior cálida y las inferiores frías. En estas condiciones, la capa superficial tiende a acumular el calor que recibe por radiación solar. Datos oceanográficos provenientes de esta zona²¹ indican que esta masa de agua cálida tiende a recircular entre Arica y Mejillones, formando parte de un torbellino que se desarrolla casi permanentemente. Estos dos factores son favorables para la reproducción de los peces, ya que las larvas, que poseen capacidades limitadas de movimiento, son retenidas por el torbellino en una zona en la que, simultáneamente, existen grandes concentraciones de alimento.

La Figura 2.11 C muestra la influencia de la zona de surgencias del Centro de Chile durante el verano. Las aguas que ascienden en la costa, por venir de capas inferiores, son más frías que las de superficie. Esta diferencia térmica está claramente indicada por la anomalía negativa de temperaturas de 3-4°C en la zona de Talcahuano.

La anomalía positiva que se observa al sur de Chiloé es causada por el flujo hacia el sur de la rama de la Deriva del Oeste, que da origen a la Corriente del Cabo de Hornos. La Deriva del Oeste, que cruza todo el Pacífico Sur, aunque fría, es comparativamente más cálida que las aguas antárticas y subantárticas, ubicadas mar afuera, a estas latitudes. La misma explicación se aplica, en parte, a la anomalía negativa del Centro de Chile. No todo el déficit de calor en la costa se debe a las surgencias, ya que la rama de la Deriva del Oeste que se mueve hacia el norte como parte del Sistema de Corrientes de Chile-Perú, es comparativamente más fría que la rama de las aguas del Pacífico Central, ubicada más afuera. Estas relaciones se pueden visualizar en forma muy clara con referencia a la Figura 2.4.

Torbellinos de origen topográfico. La topografía del fondo tiene una influencia muy importante en el flujo de las aguas, al igual que la presencia de obstáculos en la ruta de las corrientes, como las islas oceánicas.

En el primer caso, se originan torbellinos locales por la modulación del flujo que produce el fondo. Si el torbellino tiene una rotación contra las agujas del reloj, en el hemisferio sur, en su centro se produce la ascensión de aguas hacia la superficie, con consecuencias similares a las descritas para el caso de las surgencias costeras. Por el contrario, si el torbellino gira siguiendo las agujas del reloj, se produce un hundimiento de las aguas en su centro.

Estos torbellinos tienen gran importancia para los organismos y sirven como áreas de retención para las larvas de peces. En la zona de la plataforma continental, frente a la Bahía Concepción, existe una topografía que sugiere la presencia de torbellinos de este tipo. Cabe hacer notar que ésta es un área que ha sido descrita como importante en la reproducción de varias especies de peces pelágicos. Lamentablemente, no se tienen mayores antecedentes al respecto, pero existen programas de investigación en desarrollo abordando este interesante problema.

Los Ecosistemas

En la sección 'Ecosistemas en el Mar' se describieron ocho ecosistemas para todo el Océano Pacífico. Por otra parte, al presentar la distribución de los Eufáusidos pertenecientes a cinco de ellos, se enfatizó en la extensa sobreposición²² de las áreas de distribución que se observaban. En el trabajo del cual tomamos dicha clasificación²² se hace referencia a las Corrientes de Margen Oriental, California y Chile-Perú, como ecotonos. son los bordes de los ecosistemas, donde su estructura típica se modifica y transforma en contacto con otro ecosistema. Al transitar desde el

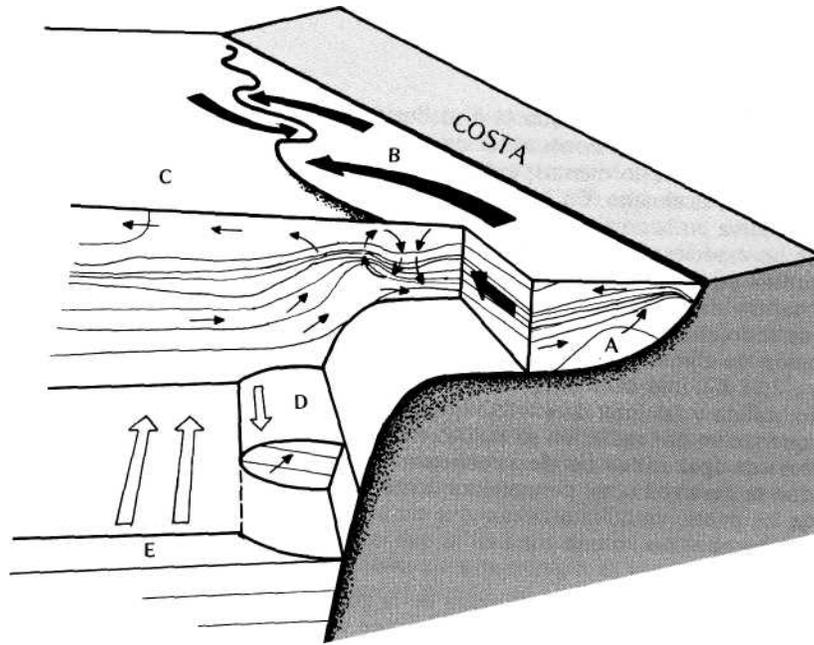


Figura 2.11. MEZCLA TURBULENTA Y ANOMALÍAS DE TEMPERATURA

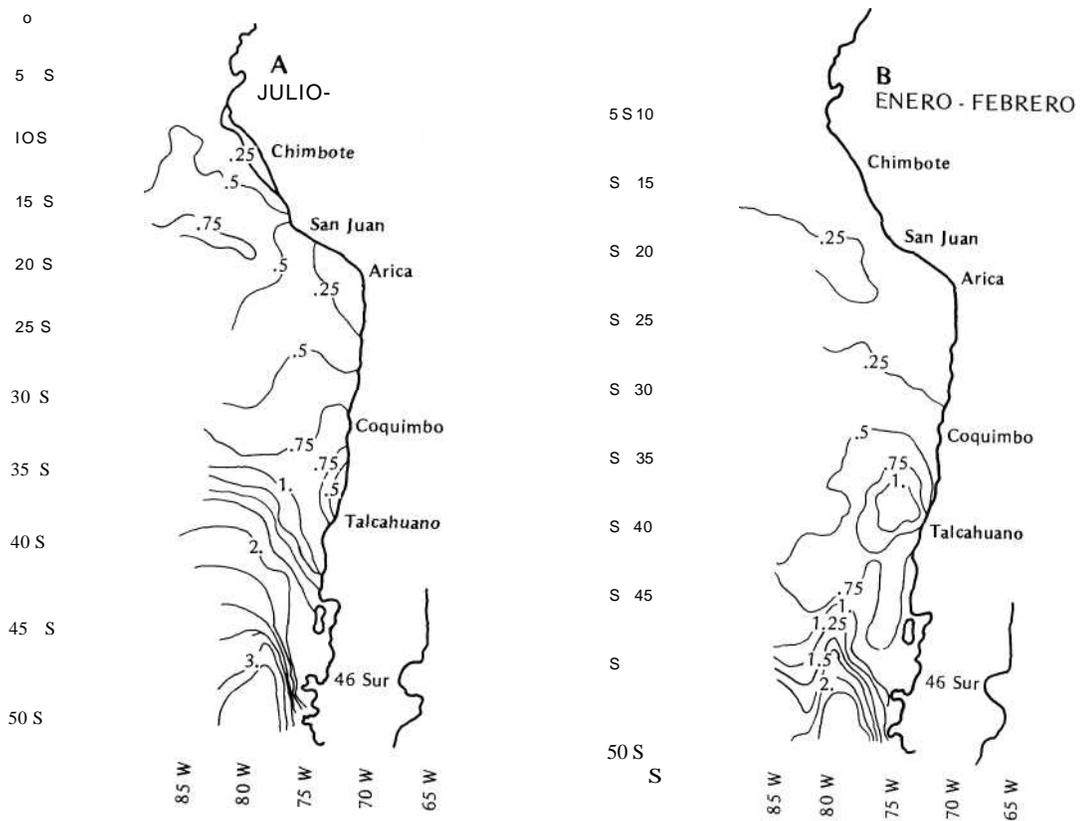
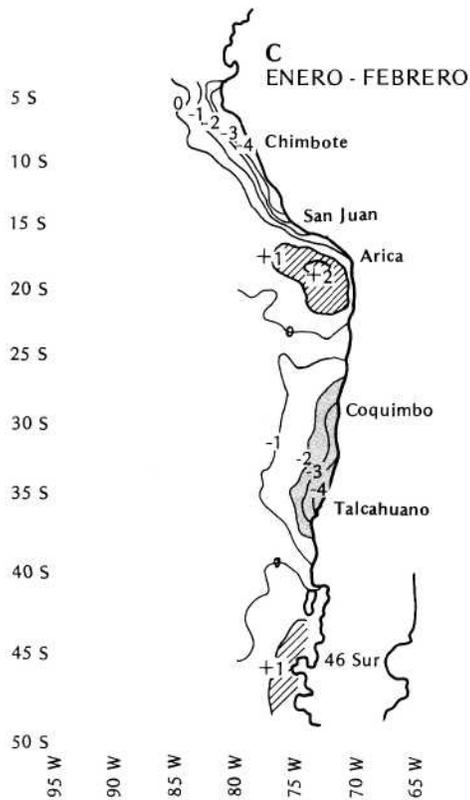


Figura 2.10.

CIRCULACIÓN EN UN ÁREA DE SURGENCIAS O AFLORAMIENTO. A: Afloramiento; B: Aguas Costeras; C: Capa oceánica superficial; D: Corriente de Compensación profunda; E: Aguas de Profundidad. Las Aguas ascienden pegadas al fondo hasta la superficie y retornan mar afuera por las capas superficiales. En el límite entre las aguas costeras y las oceánicas se produce una interfase o frente, donde las aguas recientemente ascendidas vuelven a hundirse. Dependiendo de la topografía del fondo y del régimen de corrientes y de vientos que dominen en la región, puede presentarse una segunda celda de surgencia localizada sobre el borde de la plataforma continental, donde la pendiente del fondo experimenta un brusco aumento.

Fuente: Smith, R.L., Upwelling. Oceanogr. & Mar. Biol. Ann. Rev., 6, 1968.



A. Distribución de la velocidad del viento al cubo en $1.000 \text{ m}^3/\text{sec}^3$ durante los meses de julio-agosto.

B. Distribución de la velocidad del viento al cubo durante los meses de enero-febrero.

C. Distribución de las anomalías costeras de temperatura para los meses de enero-febrero. La anomalía está computada comparando con los promedios latitudinales observados hacia el oeste de la región costera.

La velocidad del viento al cubo es una variable que mide la energía proveniente del viento disponible para los procesos de mezcla turbulenta en las capas superficiales del océano.

Fuente: Parrish, Bakun, Husby y Nelson, op. cit.¹³

interior de un bosque hacia una pradera, atravesamos un ecotono, que paulatinamente pierde las propiedades de un sistema y adquiere las del otro.

Considerar todo el Sistema de Chile-Perú como un ecotono, requiere de un drástico cambio de escala. A nuestro juicio, es más apropiado considerarlo un ecosistema particularmente adaptado a las condiciones de borde y cuya estructura se caracteriza, precisamente, por presentar un alto número de componentes 'alóctonos' —que tienen orígenes y centros de distribución fuera del sistema—. Por otra parte, se encuentran especies 'endémicas' —propias del sistema—, que sólo se distribuyen en su interior. Utilizando el mismo grupo de ejemplo, la Figura 2.12 muestra la distribución de tres especies de Eufáusidos, denominadas²³ 'Especies Marginales'. De las tres, los límites de distribución de *Euphausia mucronata*, una especie endémica, coinciden sorprendentemente bien con los límites oceanográficos del Sistema de Chile-Perú o de Humboldt. Proponemos referirnos a este importante sistema como el Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sureste. El nombre alude al hecho de que sistemas similares se encuentran en todas las corrientes de margen oriental de los océanos: la Corriente de California, en el Pacífico Norte, y las Corrientes de las Canarias y de Benguela, al norte y sur del Ecuador, en el Océano Atlántico. La similitud entre estos sistemas es alta. Son los más productivos de los océanos; presentan importantes zonas de surgencias costeras, todos están ubicados en el seno de corrientes frías que mueven aguas en dirección al Ecuador, todos presentan una capa de mínimo oxígeno bien desarrollada; todos han mantenido o mantienen importantes pesquerías pelágicas. Es más, como la Tabla 2.2 indica, la lista de las especies de peces numéricamente dominantes, es extremadamente similar, y en algunos casos comparten las mismas especies.

Se ha propuesto²⁴ 25 una clasificación de los ecosistemas del Pacífico Sureste en cuatro grandes grupos: **Ecosistemas Oceánicos, Ecosistemas Costeros, Ecosistemas Insulares o de Archipiélago, y Ecosistemas Estuarinos**. Se propone, además, la subdivisión de los primeros en: Oceánicos Abiertos, De Surgencia Costera, De Convergencia y Antárticos; y de los segundos en Intermareales y Neríticos.

Creemos que existen razones valederas para introducir ciertas modificaciones en dicho esquema, ya que la interdependencia entre alguno de ellos es manifiesta y de cierta importancia. Por ejemplo, en el caso de los subsistemas intermareales, los elementos reproductivos—esporas de algas, huevos y larvas de invertebrados y vertebrados— son típicamente planctónicas y, por lo tanto, se dispersan por medio de las corrientes marinas. Podríamos decir que la distribución geográfica de estas comunidades está determinada por la intersección entre la configuración y estructura del sustrato costero —playas arenosas, litoral rocoso— con la casi continua corriente de propágulos* de los organismos que la componen y que forma parte del ecosistema global. Gran parte de la energía utilizada por los subsistemas intermareales, proviene también del fitoplancton o del detrito** que éste genera. A la inversa, el detrito formado por la descomposición de macroalgas, por ejemplo, es canalizado hacia los organismos que habitan el mar abierto o el fondo.

Aunque es lícito estudiar las surgencias costeras como unidades oceanográficas-ecológicas, no es en absoluto tan claro que ellas puedan considerarse como ecosistemas con algún grado de clausura²⁶. Las surgencias son fenómenos esporádicos y locales. La biota*** que las habita, en ningún caso es exclusiva a ellas mismas. Las surgencias desencadenan una sucesión de reemplazo de especies, sumamente rápida, en la zona en que tienen lugar. Pero éste también es un fenómeno transiente, cuyo resultado depende mucho de las condiciones iniciales, es decir, de qué organismos se encontraban presentes en el lugar en el momento en que se desencadena un evento de surgencias.

Pero más importante que estas consideraciones es el destino ulterior de la producción generada en un centro de surgencia. Esta es canalizada a todo el resto del ecosistema pelágico. La producción excedente, que genera grandes cantidades de detrito, está causalmente conectada con la presencia,

Propágulo: *elemento(s) reproductivo(s) de una especie que funciona(n) como unidad de propagación. (Ej.: espora, huevo, larva, etc.).*

** Detrito: *material orgánico particulado en distintos estados de degradación.*

*** **Biota:** *en sentido amplio designa al conjunto de organismos, fauna y flora, que habita un ambiente o región determinados.*

ESPECIES MARGINALES

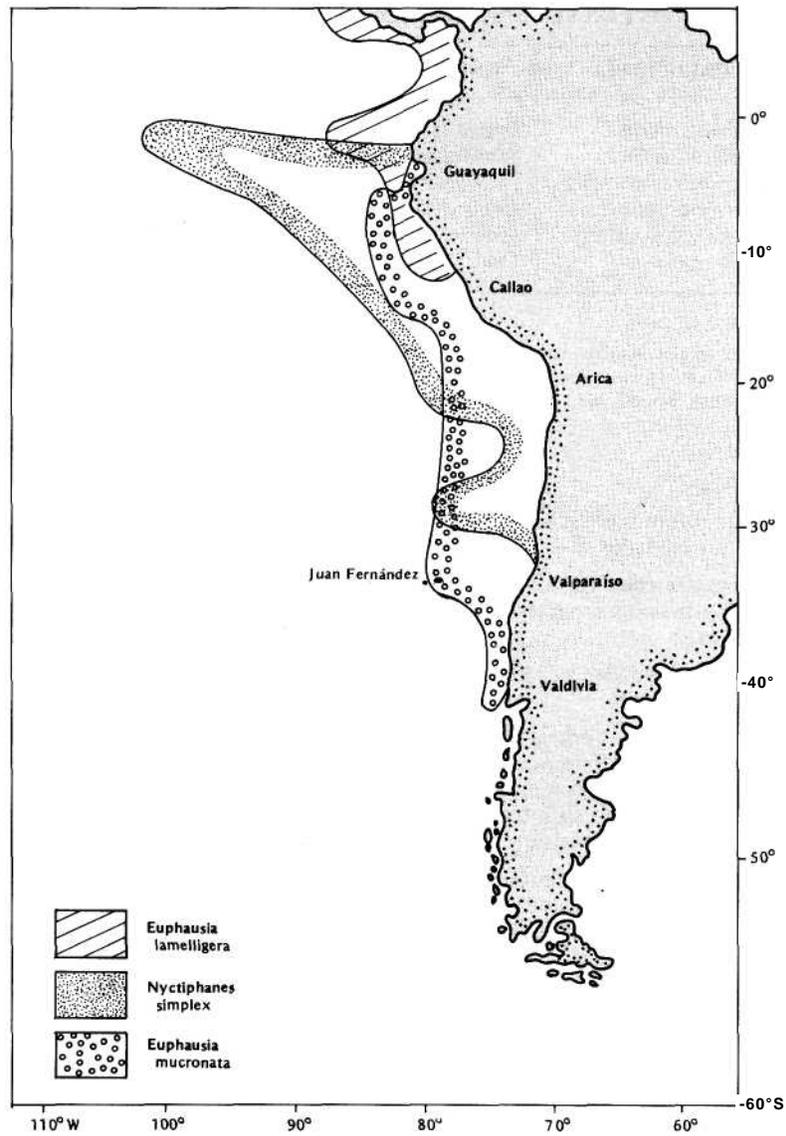


Figura 2.12.
Distribución de especies de Eufausidos
asociados al Ecosistema de Margen
Oriental del Pacífico Sureste.

Fuente: Antezana, T.; op. cit. 12

Tabla 2.2. LISTA DE ESPECIES DE PECES PELAGICOS DOMINANTES EN LOS ECOSISTEMAS DE MARGEN ORIENTAL				
	CALIFORNIA	CHILE - PERU	CANARIAS	BENGUELA
Anchovetas:	<i>Engraulis mordax</i>	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Engraulis encrasicolus</i>	<i>Engraulis capensis</i>
Sardinias:	<i>Sardinops sagax</i>	<i>Sardinops sagax</i>	<i>Sardina pilchardus</i>	<i>Sardinops ocellatus</i>
Jureles:	<i>Trachurus symmetricus</i>	<i>Trachurus murphyi</i>	<i>Trachurus trachurus</i>	<i>Trachurus trachurus</i>
Merluzas:	<i>Merluccius productus</i>	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merluccius merluccius</i>	<i>Merluccius capensis</i>
Caballas:	<i>Scomber japonicus</i>	<i>Scomber japonicus</i>	<i>Scomber japonicus</i>	<i>Scomber japonicus</i>
Bonitos:	<i>Sarda chiliensis</i>	<i>Sarda chiliensis</i>	<i>Sarda sarda</i>	<i>Sarda sarda</i>

Fuente: Bakun, A, & R.H, Parrish.

Environmental inputs to fishery population models for eastern boundary current regions. In: G.D, Sharp (Ed.J. Workshop on the effects of environmental variation on the Survival of larval pelagic fishes. IOC Workshop Rept. 28, UNESCO, París, pp. 67-104, 1980.

tanto de la capa de mínimo oxígeno, como de sedimentos anóxicos* en la plataforma y talud continentales. Ambas propiedades se extienden desde el norte del Perú, hasta la zona de Valdivia²⁷.

Argumentos análogos pueden formularse para el caso de subsistemas de convergencia, y respecto a los quiebres en el continuo espacial costa-mar abierto, representada por las zonas internareal, nerítica** y oceánica.

Basándonos en las propiedades oceanográficas y ecológicas globales, aquí revisadas, se propone una ordenación algo diferente:

- **Ecosistema del Giro Central del Pacífico Sur**, cuyo nombre se adopta en homología a su similar en el hemisferio norte. Este es el ecosistema con una flora y fauna aparentemente más autocontenida en el Pacífico Sur. Por esa misma razón, debiera estar regulado predominantemente por interacciones biológicas en su interior. Isla de Pascua podría servir de base para estudios oceanográficos de este interesante ecosistema.

- **Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sureste**, su nombre alude a la similitud de propiedades entre los distintos ecosistemas de Margen Oriental. Es un ecosistema donde los procesos físicos juegan un rol importante en la regulación del mismo. Se extiende desde el norte del Perú —al sur del Golfo de Guayaquil— hasta los 40-41° de latitud sur. Su límite hacia el oeste está dado por la frontera del Giro Central, aproximadamente entre 500 y 700 km de la costa.

- **Ecosistema Subantártico**, ubicado fuera de la región costera de fiordos y canales, frente a Aysen y Magallanes. Es el menos conocido de todos los ecosistemas oceánicos de Chile. Está cerrado en su sector oriental por la Corriente del Cabo de Hornos. No es improbable que a medida que conozcamos más sobre la circulación oceánica de esta zona se descubra algún mecanismo o celda, que cierre su circulación en el oeste, aproximándolo en su estructura a su homólogo del Pacífico Norte: el Ecosistema Subártico.

- **Ecosistemas de los Fiordos y Canales Australes**. En parte corresponde a los ecosistemas insulares o de archipiélago²⁸. A pesar de las particularidades locales, que sin duda debe presentar, es posible que este sistema posea características globales comunes. La Corriente del Cabo de Hornos los limita en su frontera oeste.

- **Ecosistema Antártico**. Ubicado al sur del Frente Polar —aproximadamente 60° sur—, constituye una unidad oceanográfica y ecológica claramente definida.

Anóxicos: carentes de oxígeno,

Nerítica: zona de los océanos que está sobre la plataforma continental', por lo tanto, influida por procesos

Costeros y por la proximidad del fondo marino -opuesto a oceánico.

Ecología pelágica en la Antártica

El océano Austral o Antártico, con una superficie de 38.000 km², constituye una importante reserva alimentaria de la humanidad.

Los primeros estudios sistemáticos sobre el ambiente pelágico antártico se iniciaron en las primeras décadas del siglo, y fueron llevadas a cabo por Inglaterra. Tales investigaciones contribuyeron al conocimiento tanto de la variedad y distribución del zoo y fitoplancton como de los peces y ballenas. Posteriormente —décadas del 60 y primeros años de la década del 70—, exploraciones norteamericanas y soviéticas reunieron datos y muestras que permitieron estimar la productividad primaria del océano antártico, obteniéndose, en cambio, un progreso escaso en el estudio de otros componentes vivos del sistema pelágico.

Como resultado de estimaciones teóricas sobre la cantidad y uso del krill —alimento de las ballenas en tiempos en que aún abundaban, actualmente reducidas en 7 veces, como consecuencia de una sobreexplotación— se inicia una etapa de prospección, procesamiento y mercado exploratorio, tanto de krill como de otros recursos pelágicos, constituyéndose esta etapa en una actividad primordial en la investigación pelágica antártica actual. A pesar de ello, no se tienen aún estimaciones confiables de la biomasa y productividad del krill.

Las estimaciones de biomasa varían entre 125 millones de toneladas —de colectas con redes—, y 6.000 millones de toneladas —computadas en base al consumo de depredadores—. Las estimaciones de producción varían entre 13 millones de toneladas/año a 400 millones¹. Subsiste, además, la pregunta sobre el destino del krill que algunos stocks de ballenas no han utilizado como alimento, por haber sido virtualmente extinguidas. Las respuestas son variadas: el krill, en ausencia de un depredador tan eficiente como la ballena, sufre explosiones y colapsos demográficos por efecto de regulaciones intraespecíficas; alternativamente, por variación de la presión de depredación sobre adultos o larvas de otros depredadores naturales, disminuye su tasa intrínseca de crecimiento —aumentando la edad mínima de madurez sexual, variando su comportamiento gregario, etc.—; o bien, la regulación de la población de krill es dependiente de factores ajenos a la densidad,

etc. No existen evidencias que sustenten estas alternativas. Se ha detectado, sin embargo, un aumento en el crecimiento y disminución de la edad de primera madurez sexual de otros consumidores de krill². En estas circunstancias, existen varias alternativas de manejo: pescar el krill compitiendo con sus depredadores; suspender o no intensificar la pesca de krill, a fin de que los stocks de ballena recuperen el tamaño óptimo de explotación; capturar krill en cantidad y formas tales que no afecten negativamente a los otros depredadores, ni a la recuperación de las ballenas.

La decisión que se adopte en función de la explotación de este crustáceo es de trascendencia, en la medida en que el krill parece ser el eslabón principal en la transferencia de materia orgánica entre los productores primarios y el nivel terciario o superior de la trama alimentaria. Una eventual sobreexplotación podría, virtualmente, provocar verdaderas catástrofes en la globalidad del ecosistema antártico. En este sentido, se ha visto la necesidad de enfrentar, con la mayor urgencia, el problema de manejo de estas recientes pesquerías, en vista de los continuos adelantos tecnológicos para la extracción, procesamiento y mercado de krill y de otros recursos, y de las crecientes inversiones —de dominio indefinido— en estas pesquerías.

Las proposiciones relativas al logro de un funcionamiento adecuado y dinámico de los ecosistemas marinos, del conocimiento cabal de sus estructuras y del control y manejo de los recursos vivos potenciales, ha conducido a la formulación y suscripción de las siguientes Convenciones y Programas.

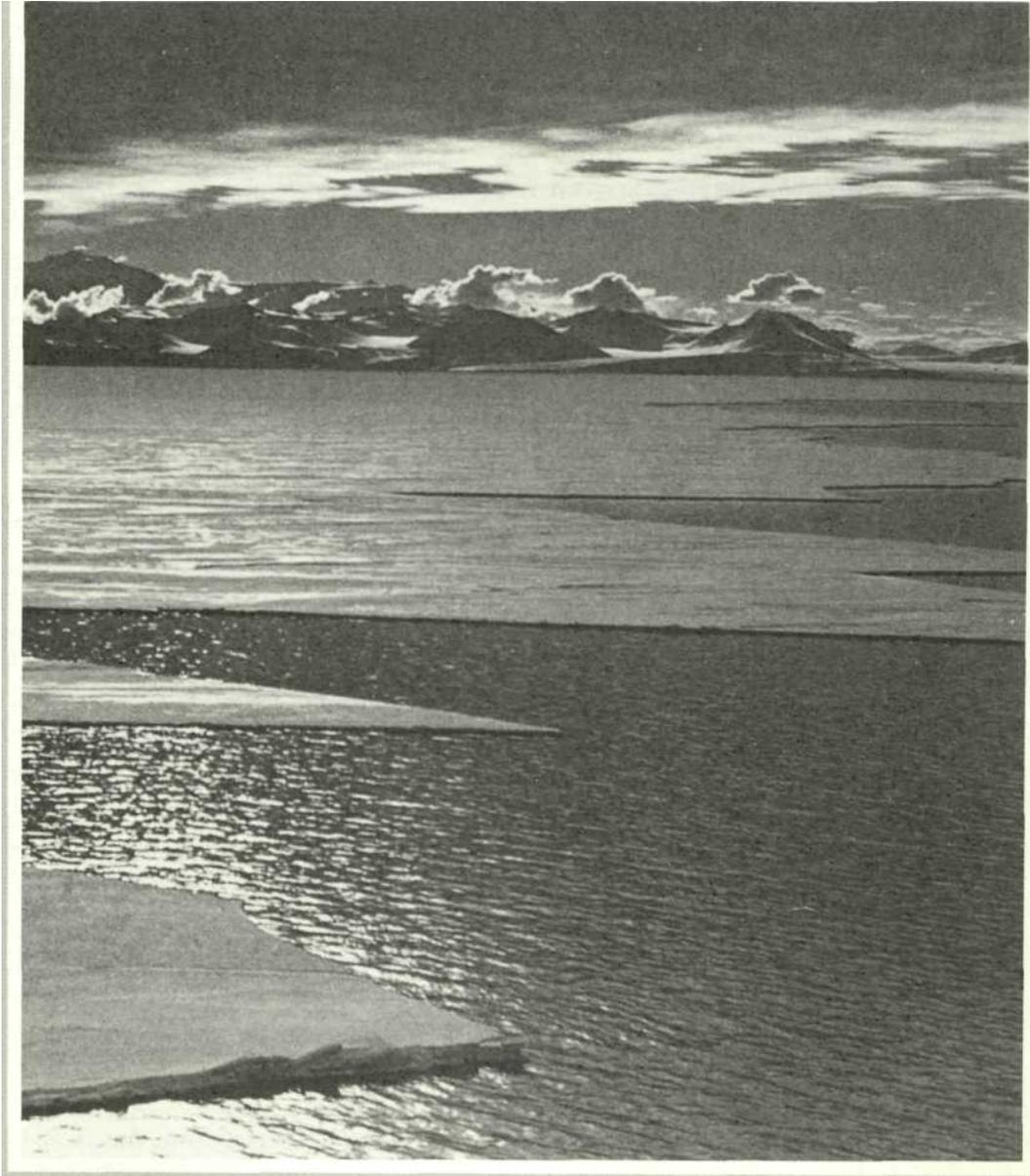
- 1976: Organización de BIOMASS.
—Investigaciones Biológicas de Sistemas y Stocks Marino- Antárticos—, producto de la reunión de expertos de Woods Hole. La Organización está constituida por expertos de varias naciones y representantes de organizaciones nacionales e internacionales.
- 1980: Convención sobre Conservación de Recursos Marinos Vivos Antárticos —Canberra—, firmada y suscrita a

partir de un enfoque esencialmente ecológico-conservacionista.

- 1981: Primera acción internacional conjunta de BIOMASS -FIBEX- Primer Experimento Biológico Internacional—. Su objetivo fundamental fue la obtención de una estimación confiable de la biomasa y distribución del krill, de su estructura y

de su comportamiento como congregaciones.

A pesar de los acuerdos mencionados, para el logro de los objetivos suscritos, en el caso chileno es imprescindible dotar adecuadamente a la estructura de investigación en ecología pelágica e integrar los recursos de investigación actualmente dispersos y escasos.



En esta clasificación hemos limitado la extensión del Ecosistema de Transición del Sur de McGowan²⁹, en el sentido de no incluir su extensión hacia la costa. Esta proposición refleja, sin lugar a dudas, nuestros propios sesgos de formación como oceanógrafos y biólogos marinos. En ella hacemos énfasis en dos aspectos que creemos fundamentales: la gran escala espacial de los fenómenos oceanográficos dominantes y la importancia de la dinámica oceánica en su interacción con la biota.

La estructura trófica de algunos ecosistemas de la región

La complejidad de la red de interacciones entre los organismos que componen un ecosistema, se visualiza con ventaja en un gráfico de su estructura trófica, es decir, el conjunto de relaciones predador-presa —organismo que come-organismo que es comido—. Como se verá, éstas distan mucho de ser secuencias lineales, ya que son pocos los organismos que dependen de un solo tipo de alimento para su subsistencia.

La complejidad real de estas relaciones está necesariamente simplificada en los esquemas que se presentan a continuación. Un tipo de simplificación es agrupar en una sola categoría, por ejemplo el zooplancton, un inmenso número de organismos, que aunque de pequeño tamaño, son importantes y establecen entre ellos una red tan compleja de interacciones como la que se muestra para los componentes de mayor tamaño. Tan sólo para el zooplancton de Chile se han descrito: 261 especies de copépodos³⁰, 33 de medusas³¹, 32 de ostrácodos³², 22 de quetognatos³³ y 42 de eufáusidos³⁴, lista que no es, en ningún caso, exhaustiva. Entre estos organismos encontramos herbívoros, omnívoros y carnívoros. El segundo tipo de limitación es la variabilidad temporal de esta estructura. Muchas de las relaciones se hacen más o menos importantes dependiendo de la época del año y de las variaciones interanuales del ecosistema. Por ejemplo, en la trama trófica del Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sureste se mencionan la Sierra y la Jibia, dos especies que, prácticamente, han estado ausentes por años del sistema.

Por último, nuestra información es incompleta, a pesar de que los datos resumidos en las figuras representan la labor de muchos investigadores por varios años. Por ejemplo, la información referente a la sardina española seguramente es más incompleta que la presentada para la anchoveta, debido a que esta especie ha pasado a ser una especie dominante sólo después de 1972.

El Diagrama 2.1 muestra la estructura trófica para el Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sureste, válida, en términos generales, para la zona comprendida entre Arica y Golfo de Arauco. Se debe señalar que, aunque la información existe, no se hizo un esfuerzo especial para extender las relaciones representadas hacia la zona intermareal ni a las comunidades de fondo. La Tabla 2.3 reúne los nombres científicos correspondientes a los utilizados en el diagrama.

El Diagrama 2.2³⁵ presenta una estructura trófica que debiera corresponder al que hemos denominado Ecosistema Subantártico, ya que está basada en datos provenientes de la zona entre Corral y el Golfo de Penas. En este ecosistema, al sur de los 42° de latitud sur, se ha desarrollado, a partir de 1975, una importante pesquería de altura que opera con barcos factorías de 2.000 a 4.000 toneladas. Esta pesquería explota, principalmente, la merluza del sur —*Merluccius australis*— y la merluza de cola —*Macruronus magellanicus*—, capturándolas con redes de arrastre de media agua. La captura de esta pesquería llegó, en 1978, a 93.911 toneladas³⁶, habiendo fluctuado alrededor de las 75.000 toneladas anuales entre 1978 y 1983.

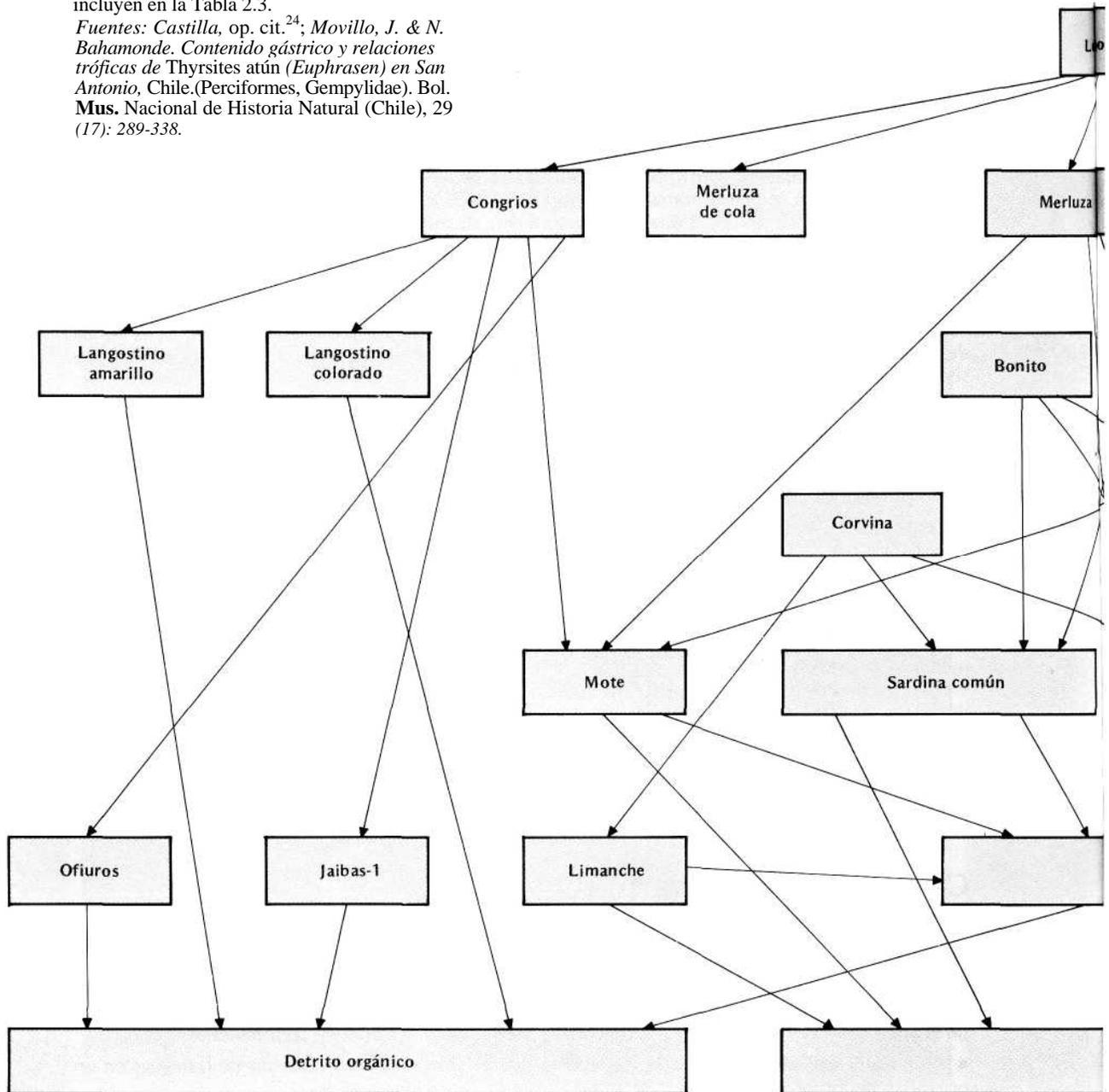
Contaminación marina

El uso consciente de los océanos como resumidero de los desechos industriales y domésticos ha sido avalado por cuatro premisas generales:

- Su gran extensión en relación a las superficies continentales. En efecto, el porcentaje de tierras emergidas en la superficie de nuestro planeta es sólo el 29 por ciento de la superficie total, de manera que el 71 por ciento restante corresponde a aguas oceánicas y continentales.
- Su alta capacidad de mezcla. Se estima que el tiempo de recirculación de las aguas en un océano es del orden de 400 años y de 4.000 años para todos los océanos.

Diagrama 2.1.- ESTRUCTURA TRÓFICA DEL ECOSISTEMA DE MARGEN ORIENTAL DEL PACIFICO SURESTE. Las flechas indican una relación predador-presa. El origen de las flechas identifica el organismo predador y la punta de la flecha a la presa. Los nombres científicos correspondientes a los nombres comunes que aparecen en la figura se incluyen en la Tabla 2.3.

Fuentes: Castilla, op. cit.²⁴; Movillo, J. & N. Bahamonde. Contenido gástrico y relaciones tróficas de *Thyrstites atún (Euphrasen)* en San Antonio, Chile.(Perciformes, Gempylidae). Bol. Mus. Nacional de Historia Natural (Chile), 29 (17): 289-338.



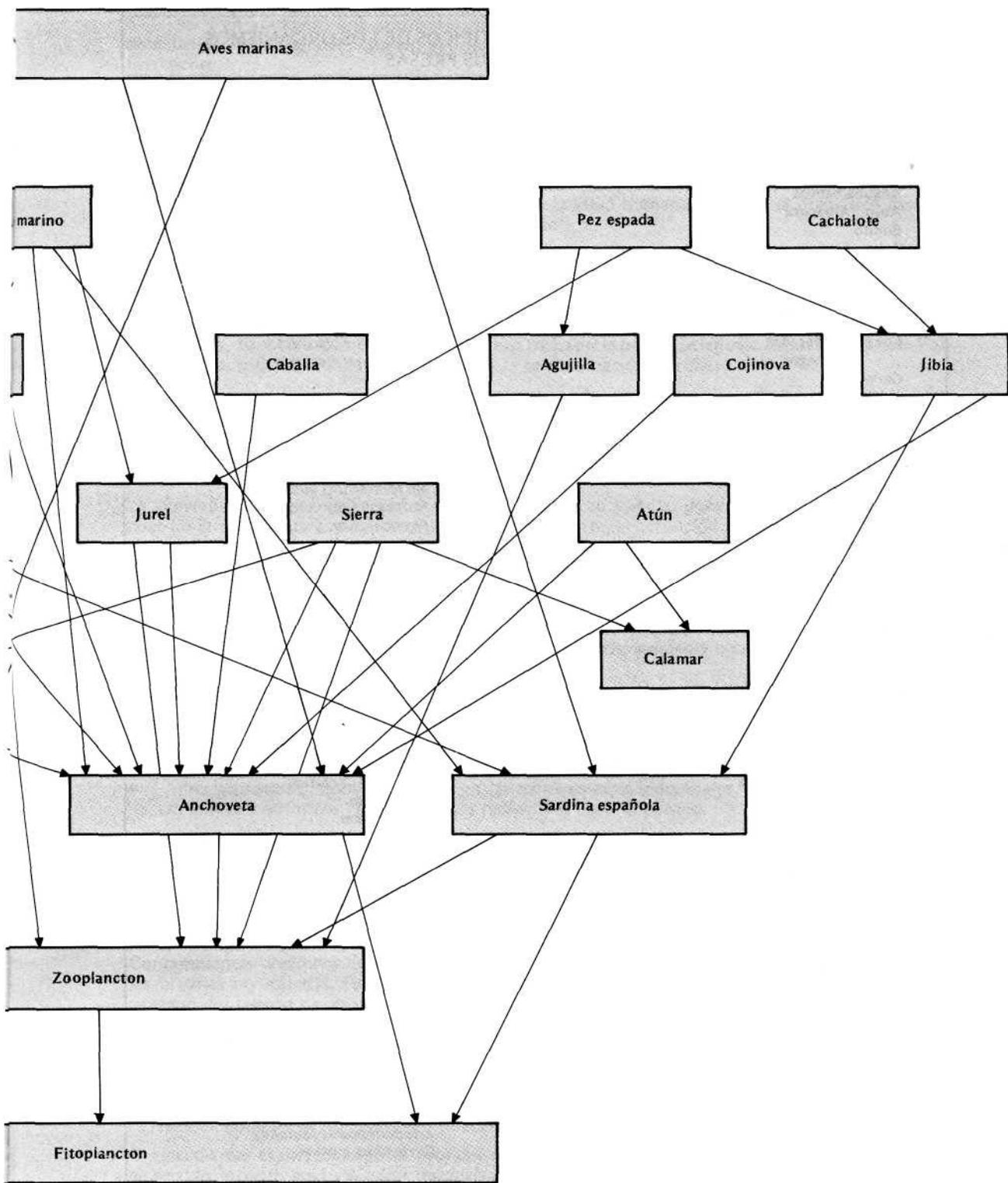


Tabla 2.3. NOMBRES VULGARES Y CIENTIFICOS DE LOS ORGANISMOS DEPREDADORES Y SUS PRESAS	
NOMBRES VULGARES	NOMBRES CIENTIFICOS
Agujilla	<i>Scomberesox saurus</i>
Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>
Anguila babosa	<i>Polistotrema sp.</i>
Atún, 'Albacora'	<i>Thunnus albacares</i>
Bonito	<i>Sarda chillensis</i>
Breca	<i>Cheilodactylus sp.</i>
Caballa	<i>Scomber japonicus</i>
Cabrilla	<i>Helicolenus legerichi</i>
Cojinova (Zona de Surgencias)	<i>Serirolella violacea</i>
Cojinova (Ecosistema Subantártico)	<i>Seriorella sp.</i>
Congrios: 'dorado'	<i>Genypterus blacodes</i>
'negro'	<i>Genypterus maculatus</i>
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>
Lenguado	<i>Bothidae spp.</i>
Merluza, 'pescada'	<i>Merluccius gayi</i>
Merluza del sur, 'española'	<i>Merluccius australis</i>
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>
Merluza de tres aletas	<i>Micromesistius australis</i>
Mote	<i>Normanichthys crockeri</i>
Peces bentónicos	<i>Physiculus sp. y otros</i>
Reineta	<i>Brama brama</i>
Sardina común	<i>Clupea (Strangomera) bentinckii</i>
Sardina española	<i>Sardinops sagax</i>
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>
Calamar	<i>Loligo gayi</i>
Langostino	<i>Munidae sp.</i>
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>
Limanche	<i>Emerita analoga</i>
Cachalote	<i>Physeter catodon</i>
Lobo de mar	<i>Otaria flavescens</i>
Jaibas 1: 'Jaiba paco'	<i>Murcia gaudichaudi</i>
Jaibas: 'Jaiba blanca'	<i>Ovalipes punctatus</i>
Poliquetos	<i>Euzonus sp.</i>
Ofiuros	<i>Ophiuroidea</i>
Aves marinas: Gaviota	<i>Larus dominicanus</i>
Garuma	<i>Larus modestus</i>
Cormorán negro	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>
Pelícano	<i>Pelecanus thagus</i>
Pilpilén común	<i>Haematopus ostralegus pitanax</i>
Zooplancton, principales grupos que lo constituyen:	<i>Copépodos</i> <i>Eufáusidos</i> <i>Quetognatos</i> <i>Ostrácodos</i> <i>Anfípodos</i> <i>Ctenóforos</i> <i>Medusas</i> <i>Larvas de: peces, decápodos,</i> <i>estomatópodos (Squilla),</i> <i>Cirripedios y otros.</i>

- Su gran volumen, que permitiría diluir la carga de los afluentes a concentraciones casi indetectables —se calcula el volumen del agua de mar en 1.450 millones de kilómetros cúbicos—; y, finalmente,
- Constituye para los asentamientos humanos ribereños un resumidero de bajo costo.

Sin embargo, el crecimiento demográfico de los asentamientos humanos ribereños y las crecientes necesidades tecnológicas e industriales, han aumentado en forma dramática la carga de desechos que fluyen hacia los océanos y se ha producido un deterioro de los ambientes costeros que rodean a las ciudades. Este deterioro ha llegado a producir daños apreciables en los recursos naturales, problemas sociales e incluso ha puesto en peligro la salud humana como en el dramático caso de Minamata, en Japón (Ver inserción Capítulo 'Salud').

Estos hechos han llamado a revisar en forma cuidadosa el uso de los océanos como resumideros y se ha despertado la preocupación internacional por estudiar el problema de la contaminación marina.

Las Naciones Unidas, a través de sus agencias, FAO, UNESCO, OMM y otras, reunió a un grupo de expertos, conocido como GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution), y les solicitó estudiar el problema de la contaminación marina.

En su informe el GESAMP definió Contaminación Marina como: "la introducción directa o indirecta por el hombre de sustancias o energía en el ambiente marino —incluyendo los estuarios—, que causen efectos deletéreos, como daño a los recursos vivos, peligro a la salud humana, obstaculicen las actividades marinas incluida la pesca o produzcan un deterioro de la calidad de las aguas del mar para otros usos e interfieran la recreación".

La generalidad de esta definición pretende resguardar en toda su potencialidad los recursos naturales de la zona costera y de los océanos. Por otra parte, la definición en sí, hace meditar sobre el origen diverso y la variada naturaleza de los posibles tipos de contaminación. En una mejor aproximación al problema se define, posteriormente, contaminante como: "Sustancias o energía que no están presentes en forma natural en el ambiente marino, al menos en los niveles de concentración al que han sido encontrados, y que aparentemente no tienen efectos peligrosos", y polutante como: "Sustancias o energía que son introducidas al océano y que por sus niveles de concentración o su naturaleza producen un daño reconocido a los recursos, ambiente o salud humana"³⁷.

La contaminación de las aguas costeras, como se mencionó, es de origen diverso. Sin embargo, los principales polutantes se deben a:

- Efluentes de aguas residuales urbanas.
- Efluentes con residuos industriales líquidos (RIL).
- Aguas de escurrimiento superficial y ríos con contaminantes de origen agrícola.
- Precipitaciones atmosféricas que, en las zonas costeras industriales, pueden arrastrar partículas, compuestos químicos y/o compuestos radiactivos hacia el océano.

Cada una de estas entradas al océano trae consigo una gran variedad de contaminantes, por lo que se hace necesario reordenarlos de acuerdo a su naturaleza química.

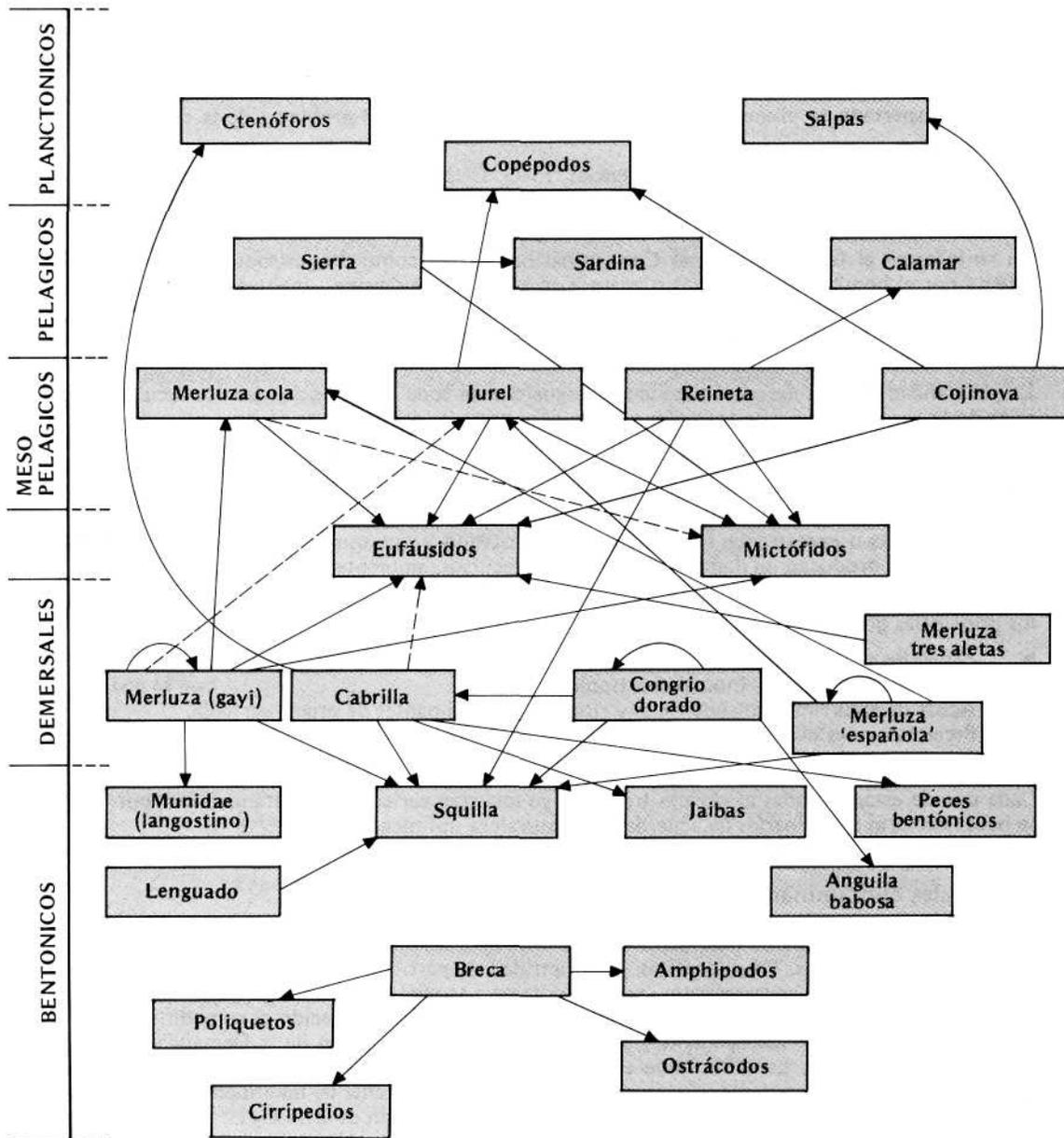
Principales contaminantes marinos

Contaminantes orgánicos de naturaleza diversa. Son aportados por los efluentes de aguas residuales urbanas no tratadas. Producen una gran cantidad de partículas en suspensión y consumen el oxígeno del cuerpo de agua receptor, pudiendo llegar a agotarlo, con la subsecuente muerte de los animales acuáticos. Una de las formas estandarizadas que se ha establecido para medir la contaminación de las aguas por contaminantes orgánicos es por determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). La DBO mide el oxígeno disuelto consumido por la oxidación biológica de la materia orgánica contenida en un volumen de agua, proveniente de un efluente, en un tiempo determinado. Los valores del DBO en aguas naturales son del orden de 2 ml O₂ l⁻¹, en cambio, para residuos domésticos no depurados pueden llegar de 5 a 8 ml O₂ l⁻¹.

El agua de mar es un medio poco favorable para el desarrollo de bacterias patógenas; sin embargo, el vertido incontrolado de aguas residuales urbanas en la costa puede convertir una zona costera

Diagrama 2.2.- ESTRUCTURA TRÓFICA DEL ECOSISTEMA SUBANTÁRTICO.

Convenciones como en el Diagrama 2.1 La información sobre la que está basado este diagrama proviene de la zona comprendida entre Corral y el Golfo de Penas.



Fuente: Castilla, J.C.:op. cit.

en un foco de epidemias para aquellas personas que consumen mariscos recolectados en esos lugares. En 1973, en Italia, se produjo una epidemia de cólera cuyo vehículo de transmisión fueron los chorritos o mejillones.

Contaminantes inorgánicos. Son, por ejemplo, los nitratos, nitritos, amonía, ácidos inorgánicos "H₂SO₄, HClO, etc.—, flúor, fosfatos, etc. Estos contaminantes son aportados por aguas residuales urbanas, RIL, escurrimiento superficial y precipitaciones atmosféricas. Su variada naturaleza hace que los efectos sean múltiples, pudiendo, algunos de ellos, actuar a nivel de ecosistemas. Por ejemplo, la introducción de nitratos y fosfatos puede alterar el equilibrio de nutrientes en los ecosistemas marinos; o bien un cambio de pH, por la introducción de residuos ácidos, puede producir reacciones acopladas en la interfase agua/sedimento y liberar metales tóxicos del sedimento.

Metales pesados. Son introducidos principalmente por los RIL. Su concentración natural en el agua de mar es muy baja, y en esas concentraciones son indispensables para los organismos. Sin embargo, en concentraciones mayores pueden ser acumulados en los tejidos de los organismos —bioacumulación— hasta producir la muerte; o bien pueden ser transferidos y acumulados a través de la cadena de alimentos hasta las especies consumidoras terminales. Los metales pesados de mayor peligro para la salud humana son el mercurio, el plomo, el cadmio, el arsénico y el selenio.

Plaguicidas. Son compuestos orgánicos sintetizados por el hombre para el control de plagas en la agricultura. Su uso extensivo en los campos ha modificado el equilibrio ecológico en 'beneficio' del hombre. Sin embargo, la alta toxicidad de los compuestos y su resistencia a la degradación han tenido graves consecuencias en la contaminación de los océanos. Entre los plaguicidas más usados están el DDT —dicloro-difeniltricloroetano—, el HCH o lindano — hexaclorociclohexano-, el dieldrin y otros. Se ha estimado que el 25 por ciento del DDT utilizado en los campos llega a los océanos produciendo efectos tóxicos directos o indirectos en la cadena trófica. Un ejemplo de esto son las perturbaciones en el metabolismo del calcio que el DDT produce en las aves marinas. En California se detectó una baja significativa en la tasa de crecimiento de los pelícanos debido a la fragilidad de las cascaras de los huevos que se rompían durante el período de nidación.

Hidrocarburos Fósiles. Estos contaminantes pueden ser introducidos por los RIL, por las actividades portuarias, por las plataformas de explotación petrolera o por derrames accidentales durante el transporte de hidrocarburos a través del océano. El mayor aporte de este tipo de contaminantes se produce por las actividades portuarias, y es tanto o más peligroso que los derrames ocasionales que ocurren como resultado de accidentes en los buques tanques, si bien es cierto que estos últimos son más espectaculares en los daños ocasionados. Los hidrocarburos fósiles son productos persistentes a la degradación, y sus efectos van desde el daño estético del paisaje hasta la muerte de los organismos³⁸.

Detergentes Aniónicos. Son introducidos en el océano por las aguas residuales domésticas y los RIL. Desde un punto de vista químico, corresponden a alquilbencenos (AB). Existen dos tipos de detergentes: **alquilbencenos sulfónicos (ABS)** muy resistentes a la biodegradación y son denominados detergentes duros y **alquilbencenosulfonados lineales (ASL)** susceptibles de ser biodegradados. Uno de los efectos conocidos de este tipo de detergentes es el de aumentar la tensión superficial —Le., son tensoactivos— del agua en la interfase agua-atmósfera, disminuyendo así la capacidad natural de disolución del oxígeno en los cuerpos de agua contaminados y, por tanto, disminuyendo su capacidad de depuración.

Radiactividad. En los países en desarrollo la contaminación radiactiva se produce principalmente en forma indirecta, a través del transporte de agentes radiactivos que son trasladados por la atmósfera o las corrientes oceánicas superficiales. Por tanto, las posibilidades de alterar la salud humana de la zona costera está restringida a las posibilidades de bioacumulación de residuos radiactivos.

Plásticos de Difícil Degradación. Son contaminantes introducidos por la actividad humana en la zona costera, y por actividades portuarias. Su principal efecto es sobre el paisaje y la recreación, y su peor propiedad es la resistencia a la degradación y su acumulación progresiva.

Concentraciones versus Procesos Dinámicos en la Contaminación Marina

Es frecuente entender en forma limitada el estudio de la contaminación marina, como reducida a la obtención de muestras y al análisis correspondiente para conocer la concentración de contaminantes. Esta simplificación está muy lejos de abordar en forma adecuada el problema de la contaminación. Si los contaminantes poseen una naturaleza diversa y compleja, el medio que los recibe —los océanos— tiene, a su vez, una complejidad mayor. Por tanto, para conocer el efecto de los contaminantes en ese medio debemos entender algunos de los procesos dinámicos que pueden anular, exacerbar o potenciar su efecto.

En los océanos, un primer nivel de complejidad es el agua de mar que se puede considerar como un polielectrolito, donde, en forma natural, encontramos cerca de 72 elementos del sistema periódico formando diferentes compuestos en disolución. De ellos, 11 iones son denominados constituyentes mayores, y poseen concentraciones superiores a 1 ppm*; en conjunto constituyen el 99 por ciento en peso del total de sólidos disueltos. Por tanto, el resto de los elementos —más de 60— se encuentra en concentraciones muy bajas, y se les denomina constituyentes menores. Tanto los constituyentes mayores, como la casi totalidad de los constituyentes menores, mantienen sus concentraciones en una proporción constante en relación al contenido total de sólidos disueltos por unidad de volumen de agua de mar. La cantidad total de sólidos disueltos contenidos en un kilogramo de agua de mar se conoce como salinidad y el promedio para los océanos es de 35 gramos por kilogramo. Este valor puede variar dependiendo de los aportes de aguas por precipitación, deshielo, de los ríos, como también por evaporación.

Los océanos son grandes extensiones de agua de mar con flujos y movimiento permanente, donde se generan sistemas de circulación general, y en las que las masas de agua que circulan se reconocen por su salinidad y temperatura, las que conservan desde su región de origen. Si pudiéramos observar una columna de agua del océano y distinguir aguas de distinto origen, observaríamos estratos de diferentes grosores puestos uno encima de otro, con flujos y contraflujos que mantienen un determinado equilibrio. En un medio oceánico, como el descrito, donde los fondos se encuentran a profundidades mayores de 3.000 metros, los procesos que dominan la introducción de sustancias extrañas al sistema son el transporte por las corrientes dominantes, la dispersión por mezcla y sedimentación del material no soluble. En cambio, en el caso de la zona costera, donde la profundidad está limitada por la plataforma continental —i.e., 200 metros de profundidad—, los sedimentos juegan un papel decisivo en el problema de la contaminación. Aquí, aparte del transporte por corrientes y la dispersión por mezcla y turbulencia, la sedimentación de partículas —entre ellas la de pequeños organismos muertos— cobra especial importancia por la bioacumulación de contaminantes. De esta manera, los fondos se convierten en un reservorio que acumula contaminantes que pueden ser removidos por resuspensión, redisolución o a través de organismos detritívoros que los reincorporan a las cadenas tróficas.

Los contaminantes químicos, que llegan a los sedimentos por bioacumulación desde la superficie y, por tanto, forman parte de la materia orgánica de los organismos muertos, puede seguir varios caminos:

- Al oxidarse y descomponerse la materia orgánica pueden redisolverse en el agua, y si las concentraciones son altas, pueden reaccionar con otro elemento y formar un compuesto insoluble que precipita —procesos autogénicos—. Este es un mecanismo de remoción de contaminantes del agua de mar.
- Si el compuesto, o ion, se encuentra en solución y está próximo a sedimentos, estas sustancias pueden adherirse a partículas finas por simple atracción electrostática —procesos de adsorción—. Esta remoción de los contaminantes se mantiene en la medida en que no cambien las condiciones físico-químicas del medio.
- La materia orgánica en sí, contamina cuando su exceso consume gran parte o todo el oxígeno disuelto que poseen las aguas. No toda la materia orgánica es posible de degradar y la parte no degradada es capaz de reaccionar y condensarse, formando compuestos de alto peso molecular. Estos compuestos que se forman en la naturaleza reciben el nombre genérico de 'Ácidos Húmicos'.

- ppm: *partes por millón*.

cos y Fúlvicos' y existen en todas las zonas costeras de alta sobreproducción orgánica. Estos compuestos, que se mantienen en los sedimentos orgánicos, son ávidos por formar complejos o compuestos de coordinación con los metales pesados. De tal manera que acumulan metales pesados los que pueden ser incorporados a las cadenas tróficas vía organismos que se alimentan del detrito de los sedimentos.

- La oxidación de la materia orgánica consume oxígeno y produce como resultado la liberación de los compuestos inorgánicos que la conforman, como es el caso de los nutrientes y otros compuestos que continúan su ciclo de remineralización. Cuando la materia orgánica está en exceso y el oxígeno se ha agotado, otros compuestos le reemplazan, comportándose como oxidantes. Un orden secuencial, y que se mantiene hasta el agotamiento de cada uno de ellos, es el siguiente: reducción de los nitratos, la que puede llegar hasta el nitrógeno molecular, alterando el balance de nutrientes del ecosistema. En los sedimentos, los compuestos férricos y compuestos de manganeso. Luego se reducen los sulfatos disueltos en el agua de mar, llegando hasta el sulfuro de hidrógeno -olor característico de marismas o zonas de alta contaminación orgánica, olor a huevo podrido—. Por último, es la reducción del anhídrido carbónico la que produce oxígeno para oxidar los excesos de materia orgánica, originando como resultado metano —gas— y agua.

Contaminación en la bahía de Concepción

Fuentes de contaminación. El complejo Concepción-Talcahuano es reconocido nacionalmente por su desarrollo industrial, concentrando una población cercana a los 700.000 habitantes y numerosas industrias; entre las más importantes se encuentran la industria siderúrgica, la planta de refinería de petróleo, la industria petroquímica, numerosas plantas pesqueras de reducción, la industria del cemento, los terminales para descarga de combustibles, algunas textiles, industrias de loza, astilleros, industrias de celulosa y papel y una gran actividad portuaria.

Fuente de Contaminación	Area Contaminada	TIPO DE CONTAMINANTES						Contamin. peligrosos
		1	2	3	4	5	6	
Textiles (4)	Bahía Concepción	Sí	Sí			Sí		
Pesqueras (6)	Bahía Concepción	Sí				Sí		
Industria de loza	Bahía Concepción			Sí				Cd.
Astilleros	Bahía Concepción	Sí			Sí			
Actividad Portuaria	Bahía Concepción	Sí			Sí	Sí		
Refinería de Petróleo	Bahía San Vicente		Sí		Sí			
Industria Petroquímica	Bahía San Vicente		Sí	Sí				Hg.
Siderúrgica	Bahía San Vicente	Sí	Sí		Sí		Sí	
Industria de Cemento	Bahía San Vicente		Sí				Sí	
Pesqueras (8)	Bahía San Vicente	Sí				Sí		
Terminales de descarga de comestibles	Bahía San Vicente				Sí			
Actividad Portuaria	Bahía San Vicente	Sí			Sí		Sí	
Industria de Papel	Río Bío-Bío	Sí	Sí				Sí	
Textiles	Río Bío-Bío	Sí	Sí			Sí		

Donde:
 1 Orgánicos
 2 Inorgánicos
 3 Metales pesados
 4 Hidrocarburos
 5 Detergentes
 6 Otros.



Figura 2.13.
FUENTES DE CONTAMINACION, TIPOS DE CONTAMINANTES* Y POSIBLE TRANSPORTE SUPERFICIAL DE ELLOS EN LA BAHIA DE CONCEPCION Y AREAS COSTERAS ADYACENTES.

Los tipos de contaminantes la están referidos a numeración de la Tabla 2.4.

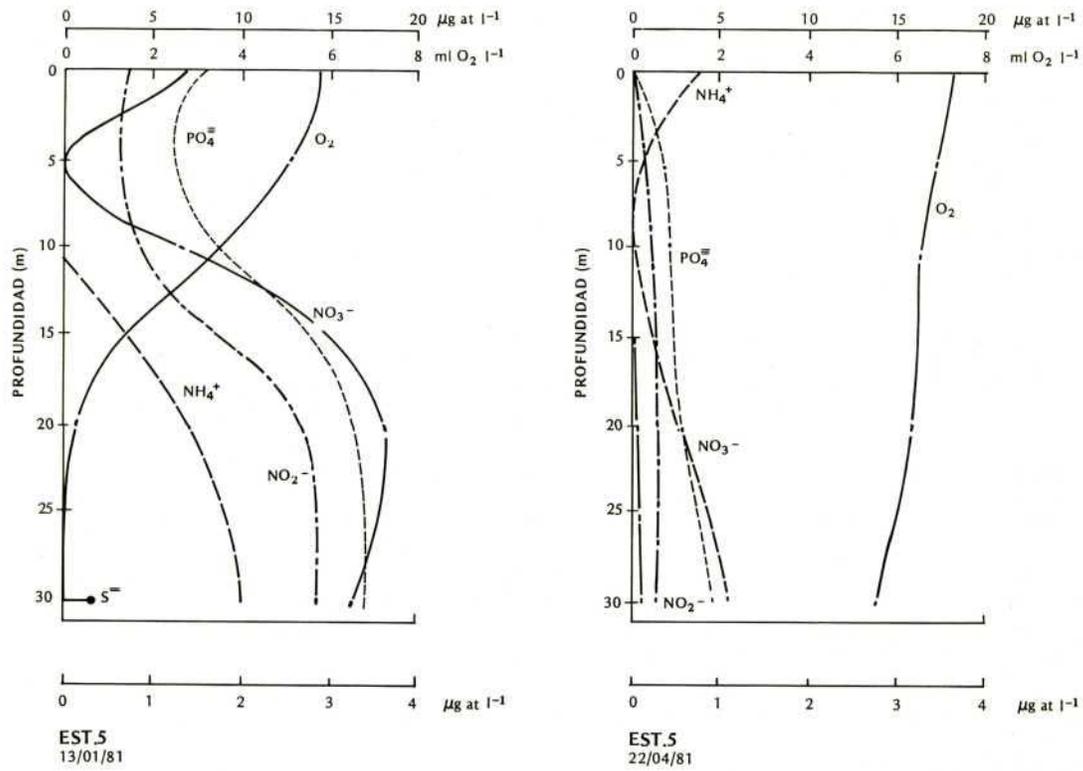


Figura 2.14.
DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS
CONCENTRACIONES DE ALGUNAS
VARIABLES.
 Oxígeno, fosfato, nitratos, nitritos, amonía y sulfuros para una estación representativa de la Bahía de Concepción durante el Período de Surgencia (13/01/81) y Estuarino (22/04/81).



Los principales contaminantes introducidos al océano, en esta zona, provienen de la actividad industrial, que cubre una extensión menor de 60 km de costa. Las fuentes de contaminación y el tipo de contaminantes fueron tabulados y son mostrados en la Tabla 2.4. Los efluentes, tanto industriales como domésticos, que no tienen ningún tipo de tratamiento previo, son evacuados directamente al océano, o indirectamente a través del río Bío-Bío, y dispersados o acumulados de acuerdo con los flujos estacionales dominantes de las aguas de la zona costera. Un esquema general de dispersión se muestra en la Figura 2.13. Por último, cabe mencionar que en julio de 1978 ocurrió el derrame de 8.000 toneladas de petróleo crudo en la Bahía de San Vicente debido a un accidente del "B.T. CABO TAMAR". El petróleo derramado se dispersó rápidamente hacia las zonas adyacentes debido al mal tiempo reinante. Ante las precauciones tomadas y la extensa limpieza de las playas afectadas, se logró la recuperación parcial de la costa del sector.

Flujos y procesos dinámicos en la Bahía de Concepción. La zona costera de la Octava Región está dominada por un flujo superficial hacia el norte -Corriente de Humboldt—. Bajo ella, y a 100 metros de profundidad, existe un contraflujo de aguas de mínimo oxígeno, conocida como Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), o también como Contra Corriente de Günter.

En escalas costeras menores, estos flujos generales pueden ser modificados estacionalmente por los vientos locales predominantes. En verano, los vientos dominantes del cuadrante sur generan corrientes superficiales —primeros 2 metros— costeras con dirección norte, y en invierno, los vientos dominantes del norte producen corrientes de dirección sur. Si asociamos estas corrientes superficiales a las descargas del río Bío-Bío, podremos tener una mejor visión de algunos procesos de transporte. La mayor descarga del Bío-Bío se produce en los meses de junio, julio y agosto (cerca de $1.800 \text{ m}^3/\text{seg}$). En ese período, los vientos dominantes son del cuadrante norte y, por tanto, los sedimentos y contaminantes son transportados hacia el sur —Golfo de Arauco—. En septiembre y octubre, el caudal se mantiene con leves disminuciones, pero el viento rota al cuadrante sur y los sedimentos y contaminantes son trasladados hacia el norte —Bahía de Concepción—. En los meses siguientes el caudal disminuye significativamente, hasta un mínimo en la estación seca - $280 \text{ m}^3/\text{seg}$ -.

La Bahía San Vicente, cercana a la Bahía de Concepción, recibe una gran cantidad de RIL provenientes del complejo industrial de Concepción-Talcahuano⁴⁰ (Figura 2.13). Sin embargo, la orientación de la boca hacia el oeste, su baja profundidad y el relieve costero aumentan la acción del viento en las cabeceras de playa, generando una mayor turbulencia y disminuye el tiempo de recambio de las aguas. Por estas razones, a pesar de las cargas de contaminantes que esta bahía recibe, no presenta condiciones naturales para la acumulación de residuos.

La Bahía de Concepción, en cambio, muestra un comportamiento estacional influido por un centro de surgencia, fenómenos atmosféricos —como pluviosidad, vientos locales dominantes— y aportes de ríos. Esto origina dos períodos de circulación conocidos como: Período de Surgencia y Período de Circulación Estuarina⁴¹ (Tabla 2.5).

Los eventos de surgencia se producen en la zona costera adyacente a la bahía, y su desarrollo comienza con la dominancia de los vientos del cuadrante sur. El aporte de nutrientes y el mínimo de oxígeno de las AEES, que penetran durante este período a la bahía, aumentan la fertilidad de las aguas⁴² y determinan una sobreproducción natural. El fitoplancton, organismos que poseen una vida muy efímera —entre 36 a 72 horas—, sedimentan, originando en el tiempo una alta cantidad de orgánicos en los sedimentos. Se regeneran los nutrientes a partir de los orgánicos y las aguas son transportadas hasta las capas más superficiales, aumentando la fertilidad (Tabla 2.6) y formando un sistema eutrófico* natural de gran inestabilidad ambiental. Los drásticos cambios estacionales y las condiciones críticas de oxígeno en la mayor parte de la columna de agua durante el 'Período de Surgencia', se convierten en una presión de selección para las comunidades bénticas**, las que, para soportar largos períodos de anoxia, deben poseer mecanismos fisiológicos alternativos. Por otra parte, los organismos pelágicos están restringidos a la capa más superficial oxigenada⁴³ —primeros 15 metros—, que es la capa que recibe la mayor parte de los contaminantes.

* Eutrófico: *estado de un ecosistema acuático caracterizado por niveles de producción elevados, causados por la abundancia de nutrientes inorgánicos.*

** Comunidades Bénticas: *conjunto de organismos que habitan en o sobre el fondo marino.*

Tabla 2.5. CARACTERISTICAS DE LA CIRCULACION ESTACIONAL DE LA BAHIA DE CONCEPCION Y ALGUNOS DE SUS EFECTOS		
	PERIODO DE 'SURGENCIA'	PERIODO 'ESTUARINO'
Duración	Fines de septiembre a mediados de abril.	Fines de abril a mediados de agosto.
Salinidad	Mayor de 34.4 gr/kg.	Inferior a 34.1 gr/kg.
Pluviosidad	Baja.	Alta.
Aporte ríos	Alta al comienzo del período y disminuye a un mínimo en la mitad del período (Río Bío-Bío).	Alta.
Vientos dominantes	Sur y Suroeste.	Norte.
Oxígeno disuelto aguas de fondo	Menor de 1 ml O ₂ l ⁻¹	Total de la columna de agua con valores de saturación.
Nutrientes en aguas subsuperficiales	Altos niveles: Mayor que 26 μmol l ⁻¹ (NO ₃ ⁻) Mayor que 1 μmol l ⁻¹ (NO ₂ ⁻) Mayor que 3 μmol l ⁻¹ (PO ₄ ³⁻)	Bajos niveles: Menor que 3 μmol l ⁻¹ (NO ₃ ⁻) Menor que 0.5 μmol l ⁻¹ (NO ₂ ⁻) Menor que 0.5 μmol l ⁻¹ (PO ₄ ³⁻)
Transparencia agua	Baja, debido a la alta productividad primaria.	Períodos alternados de alta y baja debido a sedimentos transportados por ríos.
Color de agua	Discoloraciones intensas.	Normal con plumas de transporte de sedimentos.
Sulfuros aguas adyacentes al fondo.	Detectable y concentraciones altas.	No detectable en columna de agua, sí en sedimentos.
Otros efectos	Períodos de eventuales varadas y mortandades de peces.	

Tabla 2.6. CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS DEL MINIMO DE OXIGENO ANTES DE AFLORAR							
Temperatura	Salinidad	Oxígeno disuelto	Nitratos	Nitritos	Fosfatos	Silicatos	Dirección de flujo
< 12.5°C	> 34.5‰	< 1 ml O ₂ l ⁻¹	30 μmol·l ⁻¹	0.5 μmol·l ⁻¹	3 μmol·l ⁻¹	50 μmol·l ⁻¹	Sur

Además, los sedimentos ricos en materia orgánica⁴⁴ y las aguas pobres en oxígeno, producen reacciones acopladas,⁴⁵ con generación de sulfuro de hidrógeno, el que puede difundir del sedimento al agua supra-adyacente, y es tóxico para muchos organismos (Figura 2.14). Durante este período, si se reduce la turbulencia y mezcla superficial producida por el viento, en un tiempo prolongado —calma de más de 18 horas de vientos intensos del sur—, es probable que se produzcan varaciones y mortandades masivas de organismos marinos, incrementando aún más la materia orgánica de fondo (Tabla 2.7).

Por otra parte, los sedimentos reductores, en condiciones anóxicas, generan una serie de procesos químicos, bioquímicos y físico-químicos, tales como adsorción de metales (M*), autogénesis y acomplejamiento de metales por ácidos húmicos y fúlvicos (Figura 2.15).

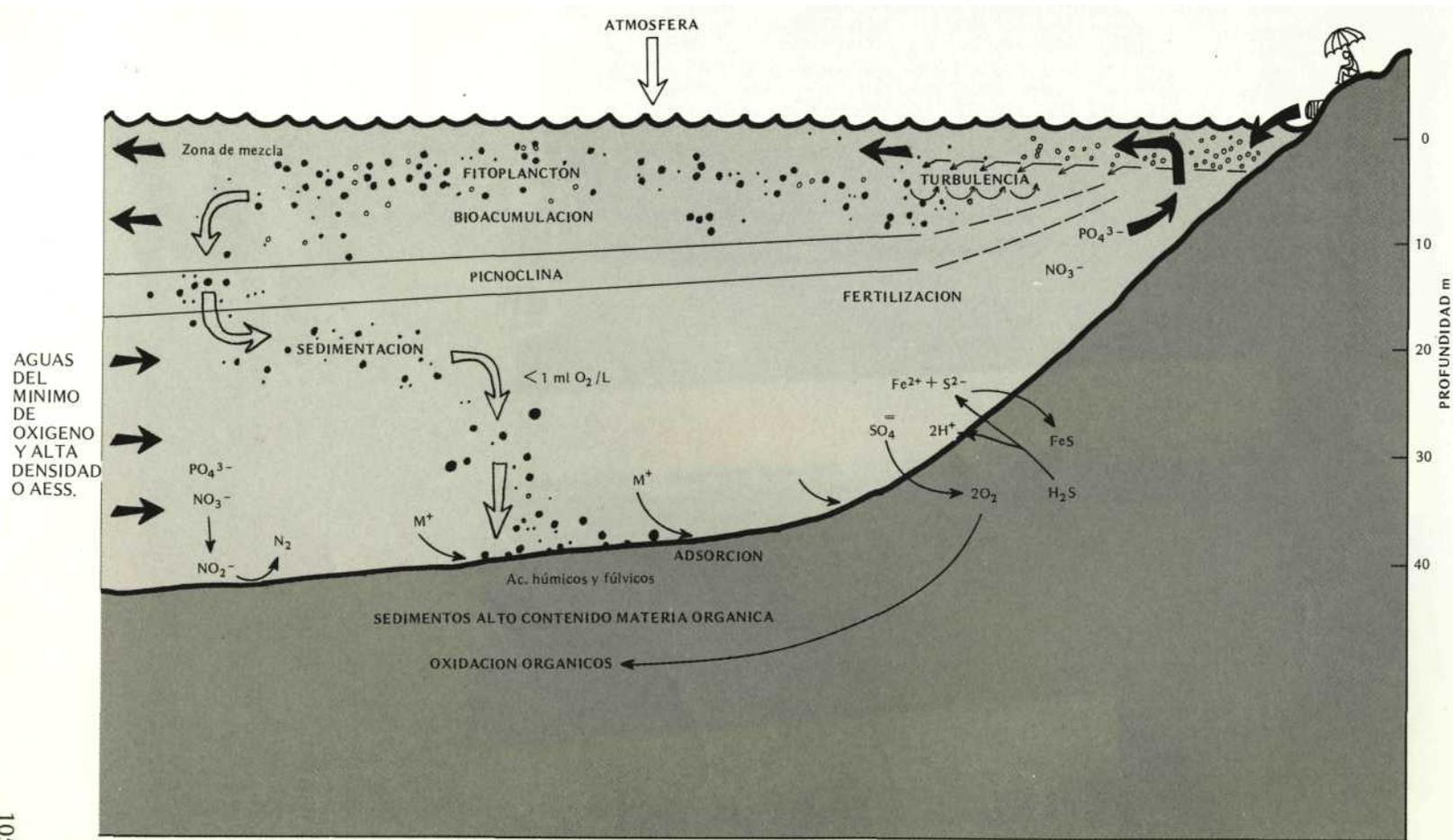
Tipo	Color	Cantidad Materia Orgánica	Carbón Orgánico	Nitrog. Orgánico	Fósforo Total	pH	Potencial Redox	Agua Intersticial Sulfuros	BDO 15°C para el fango reductor
Arcilla	Negros	16% peso seco	4% peso seco	300 $\mu\text{mol gr}^{-1}$	< 250 $\mu\text{mol gr}^{-1}$	7	-180 mV	50 $\mu\text{g.at. l}^{-1}$	4.5 $\text{mIO}_2/1/3 \text{ g sedimento en 72 h.}$

Contaminantes	Concentraciones observadas	Rangos de Concentraciones consideradas naturales
Pb	661 ppm	10 - 200 ppm
Ni	747 ppm	14 - 55 ppm
Cu	123 ppm	10 - 700 ppm
Fe	49.359 ppm	20.000 - 60.000 ppm
Zn	168 ppm	100 - 400 ppm
Hg	0,15 ppm	0.10 - 0.40 ppm
Mn	306 ppm	100 - 10.000 ppm
Ti	2.452 ppm	
Cr	110 ppm	
Se	281 ppm	
V	121 ppm	
DDT	5,2 ppb	
DDE	0,9 ppb	
Hidrocarburos totales playa	2% peso seco	

Este ecosistema natural, que algunos investigadores coinciden en indicar como un área de postura de huevos y crianza de larvas para muchos de los recursos actualmente en explotación, recibe una gran cantidad de contaminantes, cuyos efectos muchas veces se intenta conocer sobre la base de las concentraciones y de la acumulación (Tabla 2.8). Sin embargo, el daño real a las especies, y sus efectos, requieren de mejores investigaciones y de un esfuerzo institucional con recursos para estudiar más los procesos dinámicos que afectan la dispersión de contaminantes y sus efectos en los organismos.

No se podría terminar esta breve revisión de la contaminación de la Bahía de Concepción sin antes mencionar que en la cabeza de la bahía existe la Marisma Roquant —o Isla de los Reyes—, donde la evacuación de efluentes urbanos —emisario con 5.000 $\text{m}^3/\text{día}^{46}$ — y RIL provenientes de siete pesqueras, y la construcción de un camino que reduce la tasa de recambio de aguas, han producido un sistema altamente contaminado, el cual despidе fuertes olores a sulfuro de hidrógeno con deterioro del ambiente urbano y peligro para la salud de los habitantes de ese sector residencial.

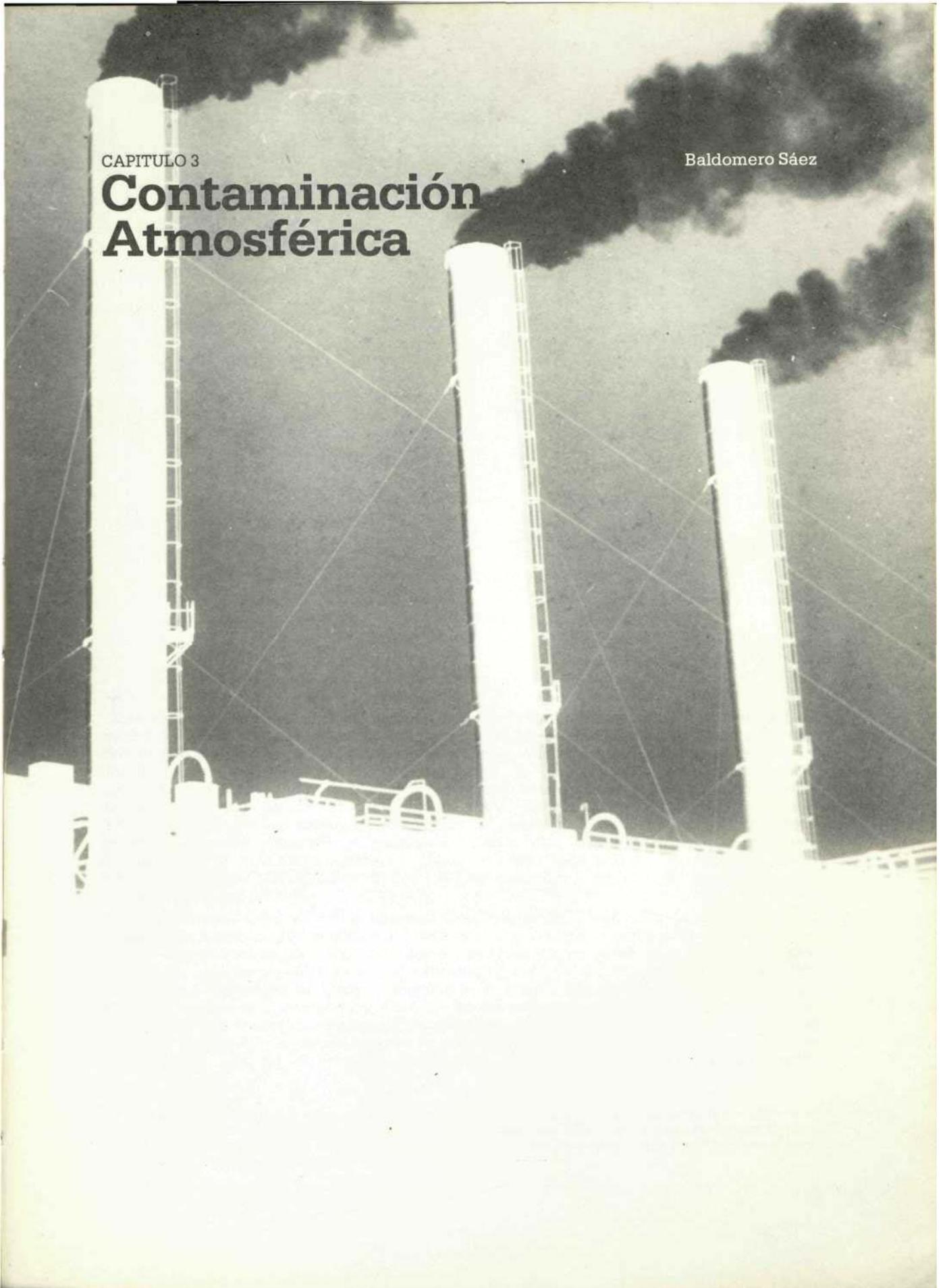
Figura 2.15. ESQUEMA DE UN PERFIL VERTICAL DE LAS AGUAS DE LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN, MOSTRANDO ALGUNOS DE LOS PROCESOS FÍSICOS Y QUÍMICOS QUE PUEDEN ALTERAR LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES.



CAPITULO 3

Baldomero Sáez

Contaminación Atmosférica



Contaminación Atmosférica

La contaminación del aire* es concomitante con la vida humana; es un subproducto de la manera en que se construyen las ciudades, se producen los bienes, del transporte y de la generación de la energía necesaria para calefaccionar e iluminar los lugares donde vivimos, trabajamos y nos divertimos. La principal causa de la contaminación atmosférica es la combustión y ésta es esencial para el hombre. Cuando ocurre una combustión perfecta o teórica, el hidrógeno y el carbono del combustible se combinan con el oxígeno del aire para producir calor, luz, dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O). Sin embargo, las impurezas del combustible, razones aire-combustible deficientes o temperaturas de combustión demasiado altas o bajas, causan la formación de productos laterales como dióxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado (MP) e hidrocarburos (HC) no quemados o parcialmente quemados, todos ellos contaminantes del aire.

Procesos naturales como incendios forestales, decaimiento de la vegetación, tormentas de polvo y erupciones volcánicas han contaminado siempre al aire. Aunque la producción total de muchos gases y materia particulada reconocidos como contaminantes provenientes de fuentes naturales es mucho mayor que la correspondiente a fuentes derivadas del hombre (Tabla 3.1), la distribución global y dispersión de aquellos contaminantes resulta en bajas concentraciones medias². Mediante precipitación, oxidación y absorción en los océanos y en el suelo, la atmósfera puede autopurificarse de todos los contaminantes conocidos, si dispone de suficiente tiempo. Por otra parte, los contaminantes generados por el hombre están generalmente concentrados en pequeñas regiones geográficas. En los Estados Unidos solamente, más de 180 millones de toneladas métri-

** Aunque es bastante difícil definir la contaminación del aire, ésta podría describirse como la*

presencia en la atmósfera exterior de uno o más contaminantes en concentraciones tales, durante cierto período de tiempo, que puedan ser dañinos a la vida humana, animal o vegetal o a la propiedad, o que interfieran con el goce normal de la vida y de la propiedad¹.

cas de residuos gaseosos, líquidos y sólidos son descargados anualmente a la atmósfera³. Actualmente, la velocidad a la cual los contaminantes son descargados a la atmósfera en regiones altamente pobladas excede la capacidad autopurificadora de la atmósfera.

El control racional de la contaminación atmosférica descansa en cuatro principios básicos⁴:

El aire es de dominio público. Esta hipótesis es necesaria si la contaminación del aire se trata como un problema público, de interés no sólo para quienes contaminan sino que también para quienes sufren la contaminación.

La contaminación atmosférica es un concomitante inevitable de la vida moderna. Existe un conflicto entre la economía del hombre y los aspectos biológicos. Se necesita un desarrollo sistemático de programas y políticas para conservar la atmósfera para su función biológica más esencial.

El conocimiento científico puede aplicarse para controlar la contaminación del aire. La información acerca de las fuentes y efectos de la contaminación atmosférica está lejos de ser completa y los métodos y equipos de control no están perfectamente desarrollados. Sin embargo, actualmente existe suficiente información para realizar reducciones sustanciales en los niveles de contaminación. El hombre no tiene que abandonar su tecnología o su vida, pero tiene que usar su conocimiento.

Los métodos para reducir la contaminación atmosférica no deben aumentar la contaminación de otros sectores del ambiente. Algunas industrias en países desarrollados reducen la descarga de residuos al aire, disolviendo éstos en agua y disponiendo el agua contaminada en cursos receptores. Estos métodos no son soluciones reales a los problemas de contaminación del aire.

Actualmente, ni el dióxido de carbono ni el vapor de agua no combinado se consideran como contaminantes. Esta condición podría cambiar en el futuro, dado que la descarga de cualesquiera de esas sustancias en grandes cantidades podría resultar en un cambio significativo en la temperatura ambiental.

Los contaminantes del aire pueden clasificarse como: a) materia particulada, b) compuestos azufrados, c) compuestos orgánicos, d) compuestos nitrogenados, e) monóxido de carbono, f) compuestos halogenados, y g) compuestos radiactivos. Frecuentemente, la materia particulada se divide en subclases que incluyen polvo fino (tamaño menor que 100µm), polvo grueso (tamaño mayor que 100 µm), humos (tamaños entre 10^{-3} y 1 µm) y rocíos (tamaños entre 0,1 y 10 µm). Los humos son partículas formadas por condensación, sublimación o reacción química. Los rocíos son partículas líquidas formadas por condensación y tienen un tamaño un poco superior a los humos. A menudo, humos y rocíos se conocen como aerosoles. Las clases b) a f) pueden agruparse en dos clasificaciones: contaminantes primarios y secundarios. Los contaminantes primarios son aquellos emitidos directamente, mientras que los secundarios son formados en la atmósfera mediante reacciones químicas entre contaminantes primarios y especies químicas normalmente presentes en la atmósfera. La Tabla 3.2 lista algunos contaminantes primarios y secundarios para diferentes clases de sustancias. Debe destacarse, nuevamente, que el dióxido de carbono ha sido colocado entre paréntesis en la tabla, debido a que normalmente no se considera como contaminante.

Efectos de los contaminantes principales del aire

Aunque los efectos de la contaminación atmosférica no se conocen completamente, dado que son generalmente de naturaleza vaga, se ha observado que ésta produce efectos negativos, de diferente severidad, sobre los materiales, plantas, animales —incluyendo al hombre— y atmósfera. En esta sección se revisarán los efectos, relativamente conocidos, de la materia particulada, óxidos de azufre, oxidantes fotoquímicos y sus precursores —óxidos de nitrógeno e hidrocarburos— y monóxido de carbono.

Tabla 3.1. EMISIONES DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES GASEOSOS²

Contaminante	Fuentes humanas principales	Fuentes naturales	Emisiones estimadas (Ton/año)	
			Derivadas del hombre	Naturales
Dióxido de azufre (SO ₂)	Combustión de carbón y petróleo	Volcanes	146 x 10 ⁶	Nada
Monóxido de carbono (CO)	Transporte	Incendios forestales, ¿océanos?	274 x 10 ⁶	75 x 10 ⁶
Oxidos de nitrógeno (NO _x)	Combustión	¿Acción bacteriana en suelos?	53 x 10 ⁶	1,088 x 10 ⁶
Dióxido de carbono (CO ₂)*	Combustión, decaimiento de material orgánico	Biológicas	1,4 x 10 ¹⁰	10 ¹²
Hidrocarburos (HC)	Combustión, procesos químicos	Biológicas	88 x 10 ⁶	480 x 10 ⁶

* El CO₂ normalmente no se considera como contaminante atmosférico.

Tabla 3.2. CLASIFICACION GENERAL DE LOS CONTAMINANTES GASEOSOS DEL AIRE

Clase	Contaminantes primarios	Contaminantes secundarios
Compuestos azufrados	Dióxido de azufre (SO ₂) Acido sulfhídrico (H ₂ S)	Trióxido de azufre (SO ₃) Acido sulfúrico (H ₂ SO ₄) Sulfatos (SO ₄ ⁻²)
Compuestos orgánicos	Compuestos C ₁ - C ₅	Cetonas, aldehídos, ácidos
Compuestos nitrogenados	Oxido nítrico (NO) Amoníaco (NH ₃)	Dióxido de nitrógeno (NO ₂) Nitratos (NO ₃ ⁻)
Oxidos de carbono	Monóxido de carbono (CO) [Dióxido de carbono (CO ₂)]	(Ninguno)
Halógenos	Acido clorhídrico (HCl) Acido fluorhídrico (HF)	(Ninguno)

Materia Particulada

Dependiendo de la composición química y del estado físico, el material particulado puede causar diversos daños a los materiales. Las partículas manchan las superficies pintadas, ropa y cortinas por simple deposición sobre ellas. El costo de limpiar las superficies interiores y exteriores de casas y edificios y de limpiar y reemplazar géneros en Estados Unidos se estima en cientos de millones de dólares anuales³. Aún más importante es el hecho que las partículas pueden causar daño químico directo, debido a la corrosividad intrínseca de la partícula o por la acción de productos químicos corrosivos, absorbidos por partículas inertes emitidas a la atmósfera. En otras palabras, las superficies metálicas se corroerán aceleradamente en presencia de cierto tipo de material particulado.

Existe poca información respecto al efecto de la materia particulada sobre la vegetación. Algunos investigadores han señalado que el polvo puede bloquear los poros de las hojas, mientras que otros indican que el intercambio gaseoso apenas se ve afectado por este problema. La deposición de partículas en forma extensa sobre las hojas también ha sido culpada de disminuir la fotosíntesis — debido a la escasa penetración de la luz—, pero falta evidencia a este respecto. Sin embargo, se

han detectado varias sustancias que causan daño a las plantas. Muchas plantas son sensibles a las partículas que contienen fluoruros. La deposición de óxido de magnesio en suelos agrícolas ha producido un menor crecimiento de las plantas. La fluorosis —calcificación de las uniones óseas y dientes manchados— es una enfermedad que aqueja al ganado que se alimenta con forraje contaminado con partículas que contienen fluoruros⁵.

El resguardo de la salud pública es el objetivo principal del control del material particulado. Ya sea por sí solas o en combinación con otros contaminantes, las partículas pueden constituir un serio peligro para la salud. Los contaminantes penetran al cuerpo humano principalmente por las vías respiratorias, pudiendo dañar al aparato respiratorio. Las partículas pequeñas, de 0,01 a 0,1 μm , causan especial preocupación, ya que se ha estimado que más del 50 por ciento de esas partículas que llegan a los pulmones quedan retenidas allí⁶.

Resulta sumamente difícil establecer una relación directa entre la exposición a diferentes concentraciones de material particulado y los posibles efectos sobre la salud humana. El tiempo de exposición es muy importante. En algunos casos, la combinación de partículas con otros contaminantes produce un deterioro más severo de la salud que el causado por cualquiera de los contaminantes por sí solo. También resulta difícil reproducir las condiciones atmosféricas en un laboratorio.

Los estudios epidemiológicos* son el método principal para correlacionar exposición a contaminantes con efectos sobre la salud. Dichos estudios indican que existe una cierta relación entre los aumentos en la concentración de material particulado y los aumentos en el número de visitas a hospitales y clínicas por infecciones al aparato respiratorio superior, enfermedades cardíacas, bronquitis, asma, neumonía, enfisema, etc. El fallecimiento de personas de edad avanzada afectadas por enfermedades respiratorias y problemas al corazón muestra un aumento en aquellos períodos cuando la concentración de material particulado es inusualmente elevada por varios días consecutivos. Además, cada vez hay mayor evidencia que indica que gran parte del material particulado presente en la atmósfera puede ser de naturaleza cancerígena⁵.

Existe una relación obvia entre la concentración de material particulado y la visibilidad. El material particulado disminuye la visibilidad debido a que dispersa la luz. Como regla general, y en términos muy aproximados, la visibilidad disminuye en proporción inversa a la concentración de material particulado. El fenómeno de dispersión de la luz no sólo afecta a la visibilidad, también puede reducir significativamente la radiación recibida por la superficie terrestre. En las latitudes medias, concentraciones de material particulado de 100-150 μm^3 pueden reducir la radiación directa en un tercio en verano y en dos tercios en invierno.

Compuestos Azufrados

Los compuestos azufrados ejercen el daño más severo a los materiales. Los óxidos de azufre generalmente aceleran la corrosión de metales mediante la formación de ácido sulfúrico, ya sea en la atmósfera o sobre la superficie metálica. El contaminante que más contribuye a la corrosión de metales es generalmente el dióxido de azufre. La temperatura, y especialmente la humedad relativa, también afectan significativamente la velocidad de corrosión. Los materiales de construcción, estatuas, etc., que contienen componentes con carbonato de calcio —caliza, dolomita, mármol y mortero—, son especialmente vulnerables al ataque de las neblinas de ácido sulfúrico. Los tejidos de algodón, rayón, nylon y cuero son también susceptibles.

Concentraciones elevadas de dióxido de azufre durante cortos períodos de tiempo causan daño agudo a las plantas. Estos daños parecen deberse a la absorción rápida del SO_2 . El tejido dañado de la planta se caracteriza, primeramente, por una apariencia seca y blanqueada y, después, puede aparecer una decoloración café-rojiza. Concentraciones relativamente bajas por largos períodos de tiempo de dióxido de azufre producen daños crónicos en los vegetales. En el daño crónico, el color verde de la planta puede disminuir gradualmente a amarillo y se pueden encontrar

Evaluación estadística de datos referentes a aumentos en los registros hospitalarios y clínicos, ausencias en el trabajo y colegios y mortalidad relacionados con los escasos datos existentes de concentraciones medias de contaminantes atmosféricos que prevalecieron durante el período de tiempo estudiado.

concentraciones elevadas de sulfato en el tejido de la planta. Los manzanos, perales, pinos y otros árboles son especialmente susceptibles al daño crónico; la espinaca, lechuga, algodón y alfalfa son también susceptibles⁷.

Ningún contaminante se ha estudiado tan intensamente como los óxidos de azufre; sin embargo, muchas preguntas acerca de los efectos del SO₂ sobre la salud humana permanecen sin respuesta. Debido a que los óxidos de azufre tienden a ocurrir en la misma clase de atmósfera contaminada además con materia particulada y humedades altas, pocos estudios epidemiológicos han sido capaces de diferenciar adecuadamente los efectos de cada contaminante.

Varias especies animales, incluyendo al hombre, responden al dióxido de azufre mediante constricción bronquial⁷. Los análisis de numerosos estudios epidemiológicos indican claramente una asociación entre la contaminación del aire, medida por la concentración de SO₂ acompañada por materia particulada y humedad, y efectos sobre la salud de severidad variada⁷. Esto es especialmente verdadero para exposiciones de pequeña duración. La asociación entre exposiciones de larga duración y morbilidad por enfermedades crónicas no es tan clara.

El dióxido de azufre actúa como un gas penetrante, sofocante e irritante en sus efectos sobre el tracto respiratorio superior, bajo exposiciones moderadas. Hasta la fecha no se ha informado de efectos crónicos o acumulativos sobre animales cuando los niveles de exposición han sido moderados y las exposiciones discontinuas.

Otro efecto muy importante de la contaminación con óxidos de azufre se conoce como lluvia ácida. El SO₂ atmosférico se convierte en ácido sulfúrico, el que es absorbido por el agua de lluvia durante su caída (Ver Inserción 'Lluvia Ácida').

Oxidantes Fotoquímicos y sus Precursores

- Los hidrocarburos, aparentemente, no causan daño apreciable a los materiales. De todos los hidrocarburos, sólo el etileno ejerce efectos adversos sobre las plantas en concentraciones ambientales conocidas. El principal efecto del etileno es inhibir el crecimiento de las plantas⁸. Hasta la fecha, las concentraciones ambientales de hidrocarburos gaseosos no han demostrado efectos directos adversos sobre la salud humana. Posiblemente, ciertos hidrocarburos aromáticos poli nucleares podrían ser cancerígenos⁴. Los hidrocarburos no quemados en combinación con los óxidos de nitrógeno, en presencia de luz solar, forman oxidantes fotoquímicos, componentes del smog fotoquímico*, los que sí tienen efectos adversos sobre la salud humana y sobre los vegetales.

- De los seis o siete óxidos de nitrógeno, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) son importantes contaminantes del aire. Ninguno de estos dos causan daño directo a los materiales; sin embargo, el NO₂ puede reaccionar con la humedad presente en la atmósfera para formar ácido nítrico, el cual puede causar considerable corrosión de superficies metálicas. El dióxido de nitrógeno absorbe la luz visible y puede causar reducciones apreciables en la visibilidad. Las naranjas, tomates y cierta clase de porotos son sensibles al dióxido de nitrógeno.

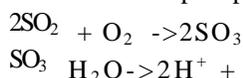
El dióxido de nitrógeno actúa como un irritante agudo y es más dañino que el óxido nítrico en iguales concentraciones. Sin embargo, para las concentraciones encontradas en la atmósfera, el NO₂ es sólo potencialmente irritante y sólo está potencialmente relacionado con fibrosis pulmonar crónica⁴. También se ha observado un pequeño aumento en la bronquitis infantil. En combinación con hidrocarburos no quemados, los óxidos de nitrógeno reaccionan en presencia de luz solar para formar el smog fotoquímico. Los componentes del smog fotoquímico más dañinos para plantas y animales son los oxidantes fotoquímicos.

- El ozono (O₃), nitrato de peroxiacetil (PAN), nitrato de peroxibenzoil (PBN) y otras sustancias trazas que pueden oxidar el ion yoduro del yoduro de potasio se denominan oxidantes fotoquímicos. El ozono y el PAN están presentes en concentraciones mayores y los efectos dañinos del smog fotoquímico están generalmente relacionados con las concentraciones de estas especies. El

- *Smog es una palabra inglesa que resulta de la combinación de las palabras Smoke (humo) y Fog (neblina).*

Lluvia acida

Las gotas de agua, formadas por condensación en la atmósfera, tienen un pH de 7,0 aproximadamente. Sin embargo, la disolución del CO₂ atmosférico en la lluvia deprime el pH, debido a la formación de ácido carbónico. Este ácido es muy débil y, cuando alcanza el equilibrio con el CO₂ atmosférico, el pH de la lluvia es de 5,65 aproximadamente. A principios de la década del 70, sin embargo, se midieron valores individuales de pH entre 2 y 6 en varias partes del mundo, con promedios anuales de 4 a 5¹⁻². Estos valores bajos se deben a la transformación de SO₂ (dióxido de azufre) y NO_x (óxidos de nitrógeno) en ácidos, cuando son absorbidos en la lluvia. Una reacción típica podría ser:



Luego, estos aerosoles ácidos son depositados, en cantidades significativas, sobre la superficie de la tierra y sobre las masas de agua. Este fenómeno se conoce como 'lluvia acida'.

El aumento en la presencia de estos ácidos en la lluvia se atribuye al aumento en la emisión de SO₂ y NO_x que ha ocurrido desde la década del 40, debido al creciente uso de combustibles fósiles en las naciones industrializadas. Los datos del este de los Estados Unidos indican que el 60-70 por ciento de la acidez se debe al SO₂ y el 30-40 por ciento al NO_x³.

Dichos contaminantes viajan en los 2 km inferiores de la atmósfera y son, a menudo, arrastrados a cientos de kilómetros de sus fuentes. Su presencia ha sido observada en un sentido cualitativo por un aumento marcado en la contaminación de verano en diversas regiones de naciones industrializadas. La lluvia acida ha afectado áreas en Suiza, el sur de los países escandinavos y especial-

mente la mitad noreste de Norteamérica. En el último caso, las medidas indican un problema severo en las provincias del Atlántico de Canadá y en la región de las montañas Adirondack de los Estados Unidos. Datos recientes, sin embargo, indican que el problema está aumentando en otros puntos de los Estados Unidos. Este problema fue, primero, más pronunciado en el este de Europa, dado que una parte importante de la contaminación atmosférica producida en dicho continente era transportada, en una dirección noreste, hacia Escandinavia. Similarmente, la contaminación producida en las provincias centrales de Canadá y en los estados del centro y del este de los Estados Unidos es transportada en el verano y otoño en una dirección noreste⁴.

Existen varios efectos producidos por la lluvia acida. Primero, ocurre una acidificación de las fuentes naturales de agua. Esto puede tener un efecto devastador sobre la vida de los peces. La reproducción de muchos peces falla cuando el pH es menor que 5,5 aproximadamente. También se observa una disminución en el plancton y en la fauna del fondo a medida que disminuye el pH, lo que a su vez reduce la disponibilidad de alimento para los peces. Segundo, se favorece un lavado de nutrientes del suelo. Esta des-mineralización puede conducir a una pérdida en la productividad de cultivos y bosques o un cambio en la vegetación natural. La vegetación misma puede ser directamente dañada y puede observarse un aumento en la corrosión de materiales. La severidad del daño a los suelos y masas de agua depende de los depósitos minerales existentes en una región dada. Aquellas áreas que contienen caliza (CaCO₃) o materiales similares son más resistentes contra el fuerte ataque de la lluvia acida, debido a su efecto neutralizados. En tales regiones, los lagos tienden a mantener un pH cercano a 5 ó 6.

smog causa una reducción marcada en la visibilidad y le da a la atmósfera un color café-rojizo. El ozono ataca las gomas sintéticas (neumáticos, por ejemplo) y la celulosa en los textiles. Los oxidantes fotoquímicos afectan severamente vegetales como espinacas, tomates, pinos, etc. Los oxidantes, principalmente el PAN y PBN, causan irritación ocular severa y, en combinación con ozono, irritan la nariz y garganta, causan constricción al pecho y, en concentraciones elevadas, producen estornudos severos e inhabilidad para concentrarse⁹.

- El dióxido de carbono (CO₂) generalmente no se considera como contaminante atmosférico debido a que es un componente natural de la atmósfera. Sin embargo, está siendo descargado, artificialmente, a la atmósfera como un producto de la combustión, a una tasa suficiente como para aumentar significativamente la concentración atmosférica. Aunque el CO₂ no tiene efectos aparentes sobre la salud o los materiales en las concentraciones normalmente encontradas, afecta en forma importante al clima global (Ver Inserción 'Estabilidad Atmosférica').

- El monóxido de carbono (CO) parece no tener ningún efecto detrimental sobre las superficies de los materiales o la vida vegetal¹⁰; sin embargo, en concentraciones altas durante un tiempo suficiente puede causar la muerte. En concentraciones menores, como aquellas experimentadas en atmósferas urbanas, los efectos están menos definidos. Sin embargo, se conoce perfectamente la química de la interacción del CO con el cuerpo humano. El oxígeno y el monóxido de carbono son transportados dentro del cuerpo por la hemoglobina*. Se produce CO₂ mediante metabolismo celular en todas las partes del cuerpo y la sangre transporta este producto residual de las células. En los pulmones, el CO₂ se intercambia por oxígeno (O₂). La hemoglobina, rica en oxígeno, luego, transporta el O₂ hacia las células.

El monóxido de carbono interfiere con la capacidad para transportar oxígeno de la hemoglobina. La afinidad del CO con la hemoglobina es 200 veces mayor que la correspondiente al oxígeno³. La hemoglobina a la cual se ha adherido el CO se llama carboxihemoglobina, la que no puede transportar oxígeno hacia las células. Debido a la gran afinidad del CO con la hemoglobina, el monóxido de carbono ejerce un efecto extraordinario en la habilidad de la sangre para transportar oxígeno. Dependiendo de la concentración atmosférica del monóxido de carbono y del tiempo de exposición, se observa una gran gama de efectos que incluye disminución en la capacidad visual, disminución en el rendimiento en pruebas psicomotoras, cambios estructurales en corazón, pulmones y cerebro, dolores de cabeza, fatiga, desmayos, coma, falla respiratoria y, finalmente, muerte¹⁰.

- Aunque no serán detallados aquí, conviene destacar que otros contaminantes atmosféricos, como metales, asbestos, fluoruros, etc., también ejercen efectos dañinos sobre la salud, vegetales y/o materiales.

Normas de calidad del aire

Para mantener un aire puro, es indispensable concebir, implementar y hacer cumplir una adecuada legislación con respecto al aire. Esta legislación debe contener, entre otras, secciones referentes a estándares de calidad del aire ambiental y a estándares de emisión de fuentes fijas y móviles.

Estados Unidos, a través de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA), ha sido el líder en relación a estándares de calidad del aire ambiental. De acuerdo al Acta de 1970, el propósito de los estándares primarios fue la protección inmediata de la salud pública. Como tales, los estándares primarios tuvieron que cumplirse sin importar el costo y dentro de un límite de tiempo especificado. Los estándares secundarios se escogieron para proteger al público de efectos conocidos o anticipados. La Tabla 3.3 muestra los estándares federales de calidad del aire ambiental¹¹. Nótese que el valor de los límites depende del período del tiempo sobre el cual se promedia la medida. Excepto para las medias anuales, los estándares mencionados no pueden ser superados más de una vez al año.

Molécula encontrada en los glóbulos rojos,

Tabla 3.3. NORMAS FEDERALES ESTADOUNIDENSES DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTAL			
Contaminante	Tiempo en que se promedia la medida	Estándar Primario	Estándar Secundario
Monóxido de carbono (CO)	8 hr.	10 mg/m ³	10 mg/m ³
	1 hr.	40 mg/m ³	40 mg/m ³
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	media arit. anual	100 µg/m ³	100 µg/m ³
Dióxido de azufre (SO ₂)	media arit. anual	80 µg/m ³	
	24 hr.	365 µg/m ³	
	3 hr.		1.300 µg/m ³
Materia particulada	media geom. anual	75 µg/m ³	60 µg/m ³
	24 hr.	260 µg/m ³	150 µg/m ³
Hidrocarburos (HC) (excluyendo metano)	3 hr. (6 - 9 am)	160 µg/m ³	160 µg/m ³
Oxidantes fotoquímicos	1 hr.	160 µg/m ³	160 µg/m ³
Plomo (Pb)	3 meses	1,5 µg/m ³	1,5 µg/m ³

Tendencias similares prevalecen en la casi totalidad de los países desarrollados e industrializados. Las normas chilenas, vigentes desde 1978, son idénticas a los estándares primarios estadounidenses para el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, oxidantes fotoquímicos y materia particulada. Sin embargo, no existen normas para los hidrocarburos y el plomo, aunque ciertos estudios han propuesto límites para los primeros, similares a los estándares de los Estados Unidos.

En relación a los estándares de emisión de fuentes fijas o estacionarias, los enfoques de los Estados Unidos y del Reino Unido han sido significativamente diferentes. En este último país se adoptó una política de emisiones variables, dependiendo de la ubicación, tipo de industria implicada y de los medios prácticos de control disponibles. Este tipo de política de control generalmente involucra menores costos totales, pero su ventaja principal radica en que no es equitativo. ¿Por qué la empresa A tiene que purificar en mayor medida sus efluentes gaseosos que la empresa B?

Estados Unidos escogió estándares fijos de emisión de fuentes fijas, es decir, todos los agentes contaminantes tienen los mismos límites máximos de emisión. Aunque este tipo de política involucra costos totales mayores, refleja un sistema más equitativo. Estos estándares se basaron en el mejor sistema de reducción de emisiones que, tomando en cuenta el costo de lograr tal reducción, se haya demostrado adecuadamente. Los estándares federales incluyen varias categorías de industrias como plantas de cemento portland, grandes incineradores, plantas térmicas de energía, plantas de ácido nítrico, refinerías, etc.

Hasta la fecha, no existe en Chile una política clara respecto al control de las emisiones provenientes de fuentes fijas.

Las fuentes móviles —autos, buses, trenes, aviones, camiones, etc.— son fuentes importantes de varios contaminantes, especialmente hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Consecuentemente, la legislación para el control de la contaminación atmosférica debe contemplar estándares de emisión de fuentes móviles. En la Tabla 3.4 se entrega la emisión promedio de un vehículo bencinero que no posee dispositivo alguno para el control de la contaminación atmosférica¹².

Las normas de los Estados Unidos para emisiones vehiculares se muestran en la Tabla 3.5³. Debe destacarse que desde 1981 en adelante, los estándares exigen una reducción del 95, 93 y 74 por

Tabla 3.4. EMISIONES VEHICULARES PROMEDIO DE MOTORES BENCINEROS SIN EQUIPO DE CONTROL	
Contaminante	Cantidad, g/milla
Monóxido de carbono (CO)	74,8
Hidrocarburos (HC) Óxidos de nitrógeno (NO _x)	5,6 3,9

ciento en las emisiones de CO, HC y NO_x, respectivamente, en relación a un motor bencinero promedio sin dispositivo de control.

Canadá, afectado por condiciones climáticas muy diferentes, ha sugerido los siguientes límites de emisión para vehículos fabricados entre 1975-1985: HC-2 g/milla, CO - 25 g/milla y NO_x -3,1 g/milla¹³. Esta situación se asemeja en forma aproximada a las normas federales de los Estados Unidos en 1974.

La diferencia fundamental en el enfoque de los países de la Comunidad Europea se basa en el hecho de que los límites de emisión se relacionan con el peso del vehículo: la rigidez de los límites es inversamente proporcional al tamaño del vehículo. Esta ha dado lugar a una gran controversia debido a la implicancia que esto tiene en el problema de la energía. Debe destacarse, sin embargo, que las normas de la Comunidad Europea son menos estrictas que las de los Estados Unidos.

En Chile se ha dado un primer paso al intentar controlar las emisiones vehiculares de monóxido de carbono. Sin embargo, cabe mencionar que queda un largo camino por recorrer antes de dar vida a una legislación adecuada.

Tabla 3.5. NORMAS ESTADOUNIDENSES DE EMISIONES VEHICULARES (g/milla)			
Año	CO	HC	NO _x
1975	15,9	1,5	3,1
1978	3,4	0,9	2,0
1981		0,41	1,0

Niveles de emisión de los contaminantes atmosféricos principales

Con el objeto de controlar la contaminación atmosférica mediante una legislación justa y adecuada, es preciso conocer los niveles de emisión de las diferentes fuentes y las características dispersivas de la atmósfera. En esta sección se revisarán catastros de emisiones por contaminante en Estados Unidos, Reino Unido y Santiago de Chile. Las características atmosféricas de dispersión se mencionarán en la sección siguiente.

Los gráficos 3.1 a 3.5 muestran las emisiones estimadas, en porcentaje, de los principales contaminantes atmosféricos, para Santiago de Chile (1982)¹⁴, Reino Unido (1976)¹³ y los Estados Unidos (1977)³. Debe destacarse que las estimaciones son mucho más confiables en los últimos dos casos, dado que las estimaciones de las emisiones para Santiago no incluyen a una serie de rubros importantes que participan en la emisión de contaminantes. Las emisiones para el Reino Unido y los Estados Unidos son globales y varían considerablemente de ciudad en ciudad.

Los principales emisores de material particulado son diferentes para los casos analizados. En Santiago, los procesos industriales son responsables de las tres cuartas partes de la emisión de partículas, mientras que las emisiones domésticas en el Reino Unido son las más importantes. Los proce-

Los procesos industriales y las centrales de generación producen cerca del 82 por ciento del material particulado en los Estados Unidos.

Las centrales de generación y los procesos industriales son las fuentes más importantes de óxidos de azufre en las tres regiones consideradas. Sin embargo, la importancia relativa varía. Las centrales de generación emiten mayor cantidad de óxidos de azufre en los Estados Unidos y menor en Santiago, con el Reino Unido en una posición intermedia.

Diferencias sustanciales en la emisión de óxidos de nitrógeno se producen entre Santiago y los otros dos países. En Santiago, más del 80 por ciento de la generación de NO_x se atribuye al transporte, mientras que en el Reino Unido y Estados Unidos dicha cantidad varía entre el 30 y 40 por ciento, respectivamente. En estos últimos dos países, las centrales de generación son responsables de aproximadamente la mitad de la emisión de óxidos de nitrógeno.

En Santiago, el transporte es el rubro mayoritariamente responsable por la emisión de hidrocarburos. Aunque en Estados Unidos y Reino Unido la generación debida al transporte es importante, otros rubros tienen una importancia relativa mayor que en el caso de Santiago. Aproximadamente el 60 por ciento de la emisión de hidrocarburos en el Reino Unido se debe a la evaporación, y un 36 por ciento a los procesos industriales en los Estados Unidos.

En los tres casos presentados, el transporte es casi la fuente exclusiva de monóxido de carbono y la importancia de este rubro es extrema en la ciudad de Santiago.

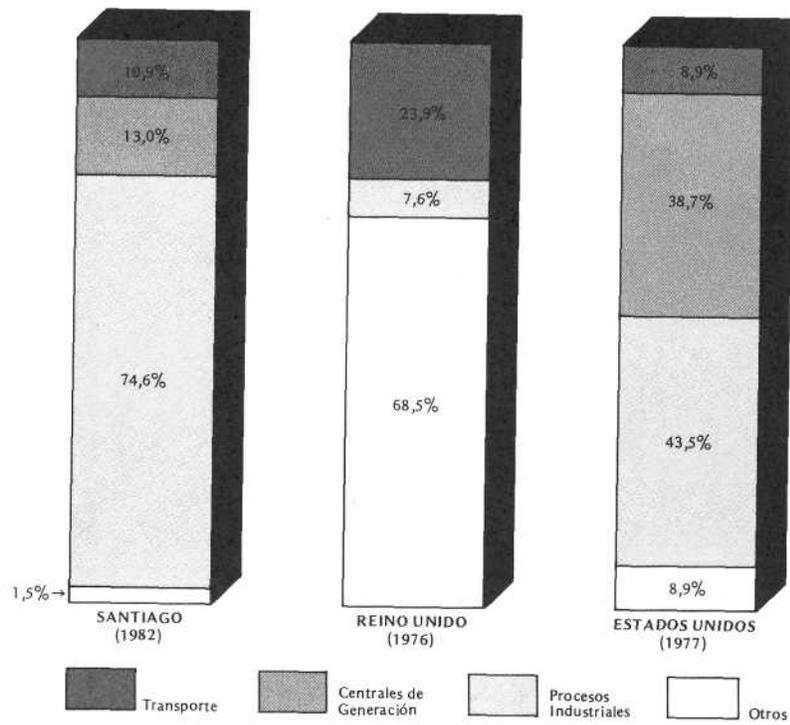
La masa total de contaminante emitido no se identifica con el daño ambiental que puede causar. Así, el monóxido de carbono descargado por chimeneas de gran altura tendrá poco efecto en el ambiente. Por otra parte, este mismo gas emanado a centímetros del suelo, a través del tubo de escape de un automóvil, por ejemplo, causa problemas severos. Consecuentemente, el transporte no es solamente la fuente principal de CO, sino que también lo emite a la peor altura posible, a ras de suelo.

Para Santiago, los gráficos 3.1 a 3.5 muestran que se pueden obtener reducciones importantes en la cantidad de contaminantes emitidos si se logra un control efectivo de las emisiones vehiculares de NO_x , HC y CO, de las emisiones de material particulado producidas por los procesos industriales y de la generación de óxidos de azufre en centrales de generación y procesos industriales.

Dado que el transporte es la fuente emisora principal de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y monóxido de carbono en Santiago, es instructivo presentar estimaciones de la contribución de los diferentes tipos de vehículos. Como se muestra en la Tabla 3.6, se les atribuye a los autos particulares la causa principal de la emisión de los tres tipos de contaminantes analizados¹⁴.

Tipo de Vehículo	Emisiones Estimadas (%)		
	NO_x	HC	CO
Autos particulares	44	58	66
Taxis	12	15	17
Locomoción colectiva bencinera	7	22	15
Locomoción colectiva diesel	24	3	1
Vehículos larga distancia	13	2	1

**Gráfico 3.1. EMISIÓN DE MATERIA PARTICULADA PARA SANTIAGO (1982)
REINO UNIDO (1976) Y ESTADOS UNIDOS (1977)**



**Gráfico 3.2. EMISIÓN DE ÓXIDOS DE AZUFRE PARA SANTIAGO (1982)
REINO UNIDO (1976) Y ESTADOS UNIDOS (1977)**

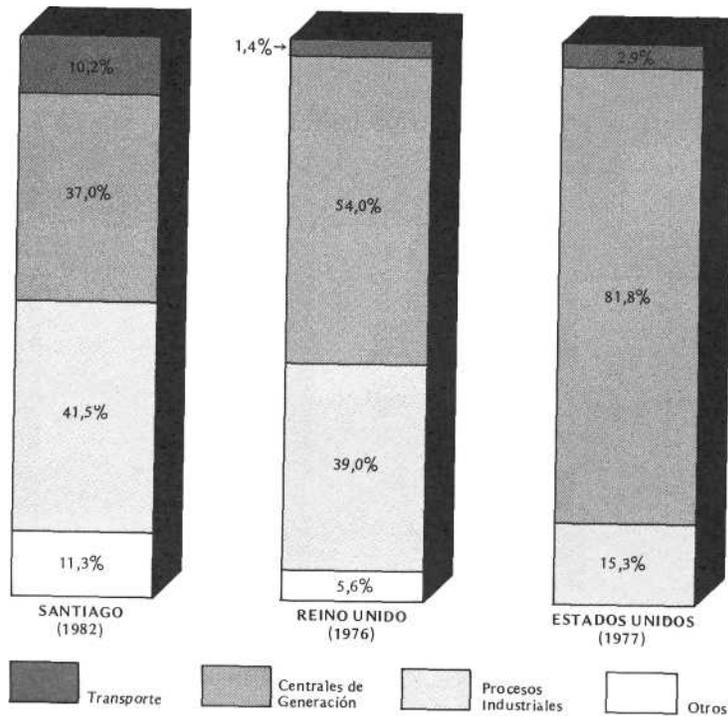


Gráfico 3.3. EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO PARA SANTIAGO (1982), UNIDO (1976) Y ESTADOS UNIDOS (1977)

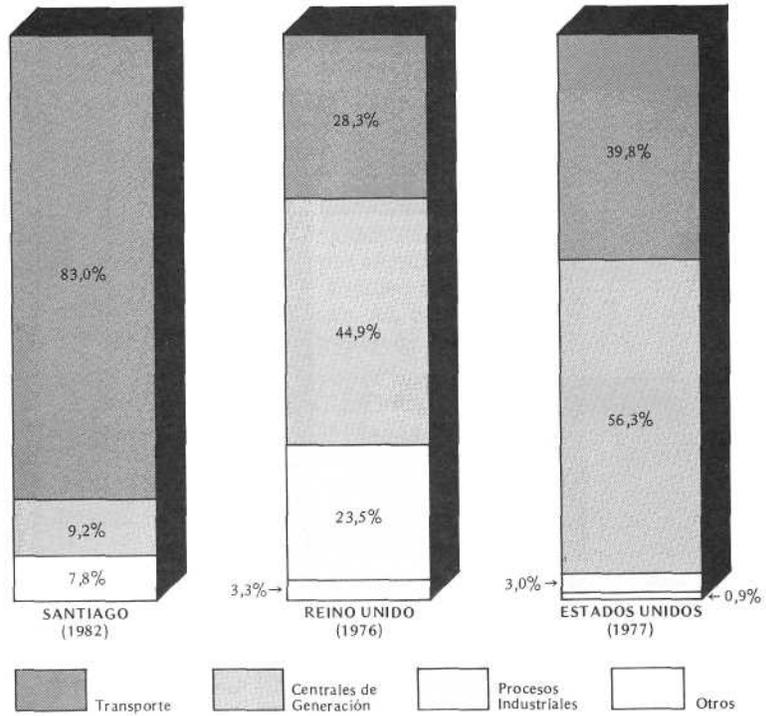
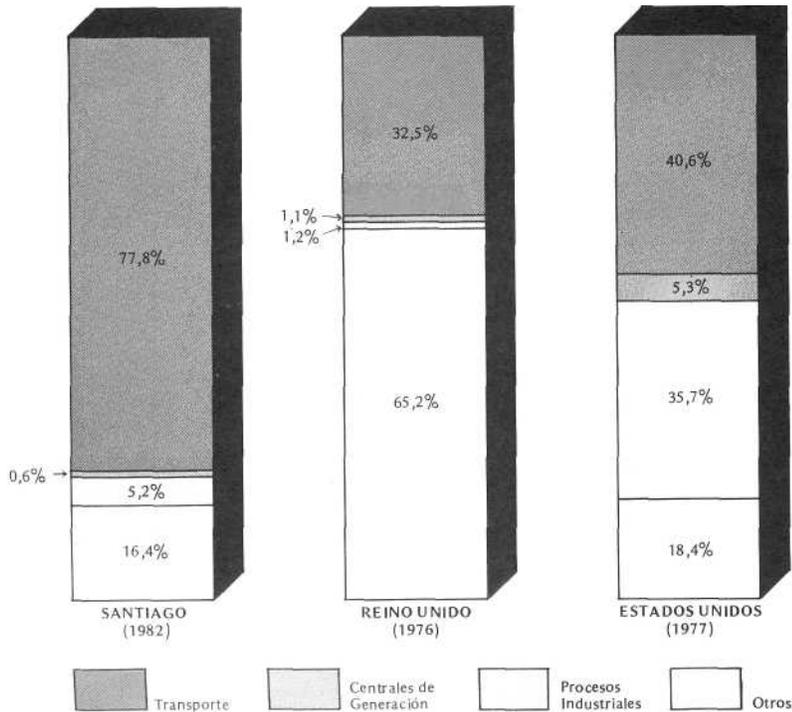
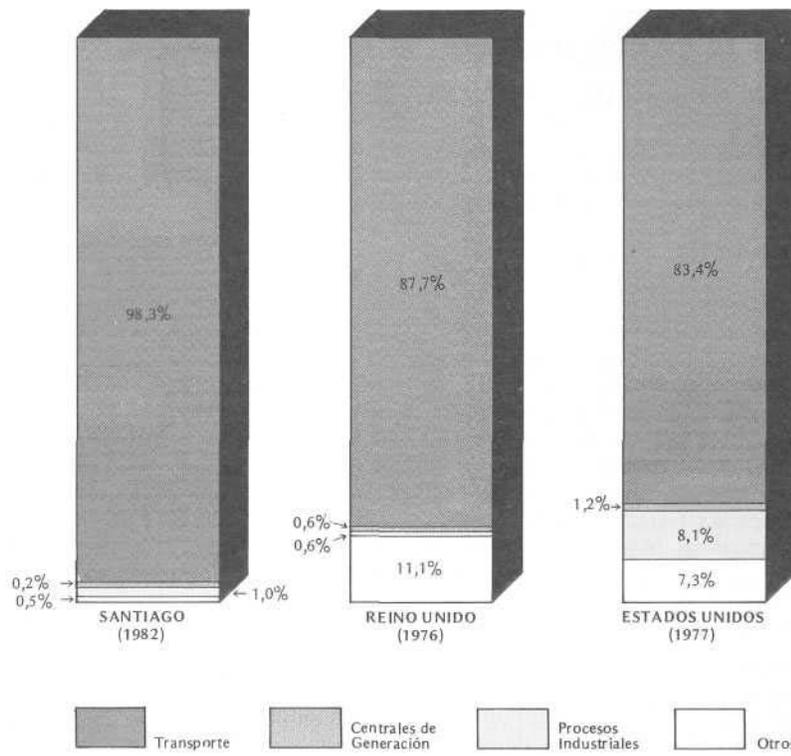


Gráfico 3.4. EMISIÓN DE HIDROCARBUROS PARA SANTIAGO (1982), REINO UNIDO (1976) Y ESTADOS UNIDOS (1977)



**Gráfico 3.5. EMISIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO PARA SANTIAGO (1 982),
REINO UNIDO (1976) Y ESTADOS UNIDOS (1977)**



Efectos de la meteorología y geografía en la contaminación atmosférica

Una vez que los contaminantes atmosféricos son emitidos, ellos son transportados, dispersados o concentrados por medio de condiciones meteorológicas y topográficas. Las condiciones meteorológicas más importantes incluyen la circulación del viento y la estabilidad atmosférica*.

Circulación del Viento

La circulación de la atmósfera se produce en varias escalas diferentes. La más pequeña, denominada la 'microescala', mide desde milímetros a unos pocos kilómetros y es causada fundamentalmente por cambios de rugosidad y temperatura de la superficie terrestre. La circulación 'meso-escala', con dimensiones que varían entre 1 y 100 kilómetros, también es causada por rugosidades en el terreno y variaciones de temperatura; sin embargo, los vientos son más regulares y cambian más lentamente. La circulación 'macroescala' tiene dimensiones de cientos de miles de kilómetros. Es producida por características provenientes de la tierra, como océanos y cadenas montañosas, y por la distribución global de la radiación solar. Sus efectos perduran por días y aún meses.

Las características de la circulación global se originan del hecho que los trópicos reciben mayor cantidad de energía solar que los polos. La circulación tiende a igualar esta distribución desigual de energía, transportándola hacia los polos. La rotación de la tierra también afecta a la circulación global, complicándola.

La Figura 3.1 muestra el diagrama de circulación global de la atmósfera. Se considerará primeramente la célula tropical norte de Hadley, en la que el aire en la superficie se desplaza de norte a sur. Debido a los efectos de rotación de la tierra, los vientos viran hacia el oeste, generando vientos este**. Análogamente, en latitudes medias (30 - 60°N), el movimiento en la célula de Hadley en la superficie es de sur a norte y los vientos doblan hacia el este, generando así vientos oeste.

Cerca del polo norte se desarrolla una 'célula polar de Hadley', originada por aire que se calienta en la latitud de 60°, el que asciende en las cercanías del polo y fluye hacia el suroeste sobre la superficie de la tierra. Debido al gran efecto de la rotación de la tierra cerca del polo, los vientos en la región polar son predominantemente del este.

Entre las células polar y tropical de Hadley, la circulación macroescala es mucho menos estable. Esto se traduce en una gran variedad de climas en esa región. En un análisis de largo plazo, la circulación tiende a ser opuesta a la de una célula de Hadley: el aire se desplaza hacia el noreste sobre la superficie de la tierra y hacia el suroeste en alturas en el polo norte, e inversamente en el polo sur.

En el ecuador, donde convergen las células tropicales norte y sur de Hadley, hay una zona de vientos relativamente calmos. Debido a que en esta área el aire asciende y es, además, generalmente húmedo, llueve con frecuencia a causa del enfriamiento del aire y de la condensación de la humedad. Otra zona de relativa calma es aquella que se encuentra justo en la frontera de la célula tropical de Hadley. Esta región se llama a veces la 'Latitud de los Caballos', porque, aparentemente, los marinos españoles debían arrojar sus caballos al mar para alivianar sus barcos que no se desplazaban debido a la escasez de vientos.

En latitudes 30 y 60 grados, donde se encuentran varias células, se originan grandes diferencias de presión en la dirección norte-sur. En el hemisferio norte, estas diferencias producen una aceleración rápida del aire hacia el norte. Pero, debido a la rotación de la tierra, el aire vira violentamente hacia el este, desplazándose rápidamente. Estas corrientes se denominan corrientes chorro subtropical y polar y sus velocidades pueden alcanzar los 150 km/h.

* *Tendencia a resistir movimiento vertical de masas de aire o a suprimir la turbulencia existente.* ** *Por convención, la dirección del viento es la dirección 'desde' donde sopla el viento.*

Estabilidad atmosférica

Un volumen de aire que comienza a ascender debe, obviamente, tener una presión igual a la de sus alrededores a medida que va subiendo. Sin embargo, un volumen ascendente de aire no mantiene su temperatura constante, sino que asciende adiabáticamente -sin transferencia de calor-. Debido a que la expansión requiere de trabajo, la temperatura disminuye. Basándose en principios termodinámicos, es posible obtener la variación de temperatura de una columna de aire ascendente al aumentar la altura: para aire no saturado la variación es de -10°C por km y para aire saturado con humedad la variación puede ser tan baja como $-3,5^{\circ}\text{C}$ por km. Este gradiente se denomina 'gradiente adiabático de temperatura'. Dicho gradiente se define como la disminución de la temperatura por unidad de aumento de altura; por lo tanto, el gradiente adiabático de temperatura es positivo.

Considere lo que ocurre cuando un volumen de aire, ubicado en la superficie, comienza por una razón u otra a ascender. A medida que sube, su presión disminuye correspondiendo a la de sus alrededores y se enfría adiabáticamente. A cada altitud, la presión del aire ascendente es igual a la presión del aire que lo rodea. Si la temperatura del volumen ascendente es mayor que la de sus alrededores, su densidad será menor y continuará ascendiendo. Si la temperatura es menor que la de sus alrededores, su densidad será mayor y, por lo tanto, tenderá a descender. Por último, si las temperaturas son iguales, la masa de aire ascendente tendrá la misma densidad que sus alrededores y, en consecuencia, tenderá a permanecer en dicho punto.

El perfil de temperatura atmosférica rara vez corresponde al gradiente adiabático de temperatura. La disminución de temperatura con la altura en la atmósfera ambiental se denomina 'gradiente ambiental de tempe-

ratura'. Generalmente, el gradiente ambiental es mayor que el gradiente adiabático (Gráfico A); o sea, la temperatura decrece más bruscamente al aumentar la temperatura que si se considerara el ascenso de un volumen de aire. Bajo estas condiciones, el aire superficial, que al aumentar de temperatura comienza a subir, permanecerá más caliente que la atmósfera que lo rodea, a pesar de que se está enfriando adiabáticamente. La diferencia de temperatura entre el aire ascendente y sus alrededores va, de hecho, a aumentar, por lo que continuará en ascenso. Esta condición es conocida como atmósfera inestable.

Bajo ciertas circunstancias, es posible que el gradiente ambiental sea negativo (Gráfico B); esto es, que la temperatura aumente al aumentar la altura. Cuando esto ocurre, un volumen de aire superficial que al calentarse comienza su ascenso y empieza a enfriarse adiabáticamente pronto se tornará más frío —y por lo tanto más denso— que el aire que lo rodea. Luego tenderá a descender o a permanecer estacionario en algún cierto nivel. Esta condición en que la temperatura ambiente aumenta con la altura se llama 'inversión'; su efecto es hacer la atmósfera estable y efectivamente 'sellar' las capas inferiores de la atmósfera, positivamente contaminadas.

Cabe señalar que no es necesario que exista una verdadera inversión térmica para que se produzca la estabilidad de la atmósfera inferior. Aún, si el gradiente ambiental es positivo, pero menor que el gradiente adiabático (Gráfico C), el aire ascendente llegará a estar más frío que sus alrededores y tenderá, por lo tanto, a asentarse o permanecer estacionario. La estabilidad en este caso (atmósfera condicionalmente estable) no es tan pronunciada como cuando existen inversiones térmicas y ocurre cierto grado de mezclado vertical.

GRADIENTES AMBIENTAL Y ADIABATICO DE TEMPERATURA

Gráfico A. ATMOSFERA INESTABLE

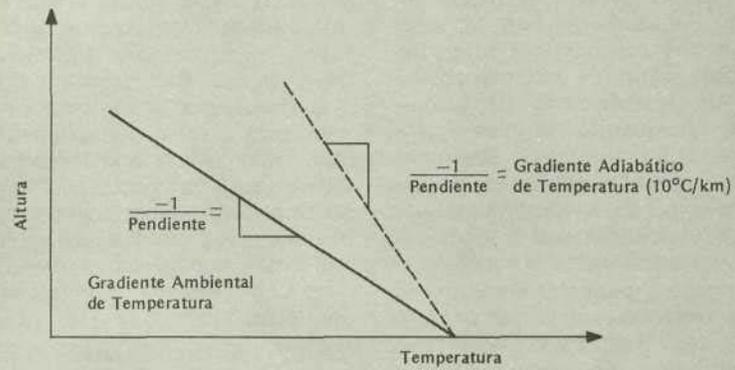


Gráfico B. ATMOSFERA ESTABLE (INVERSION)

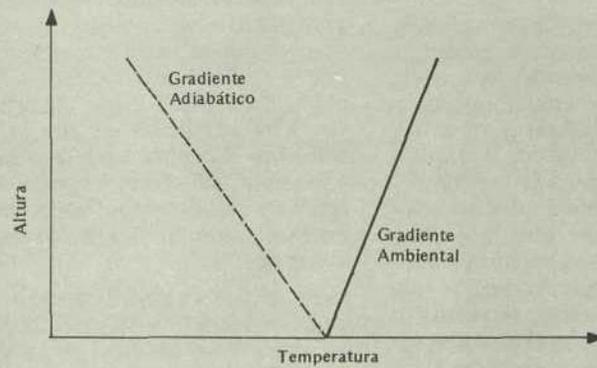


Gráfico C. ATMOSFERA CONDICIONALMENTE ESTABLE

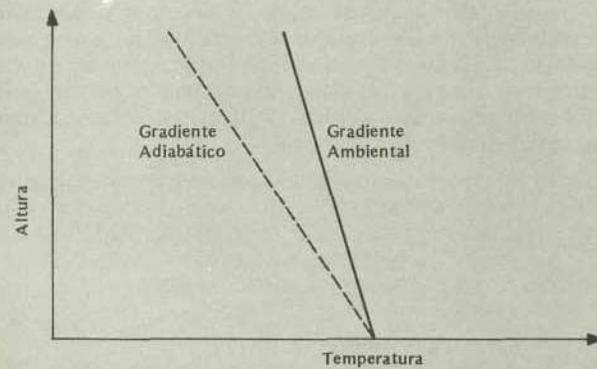
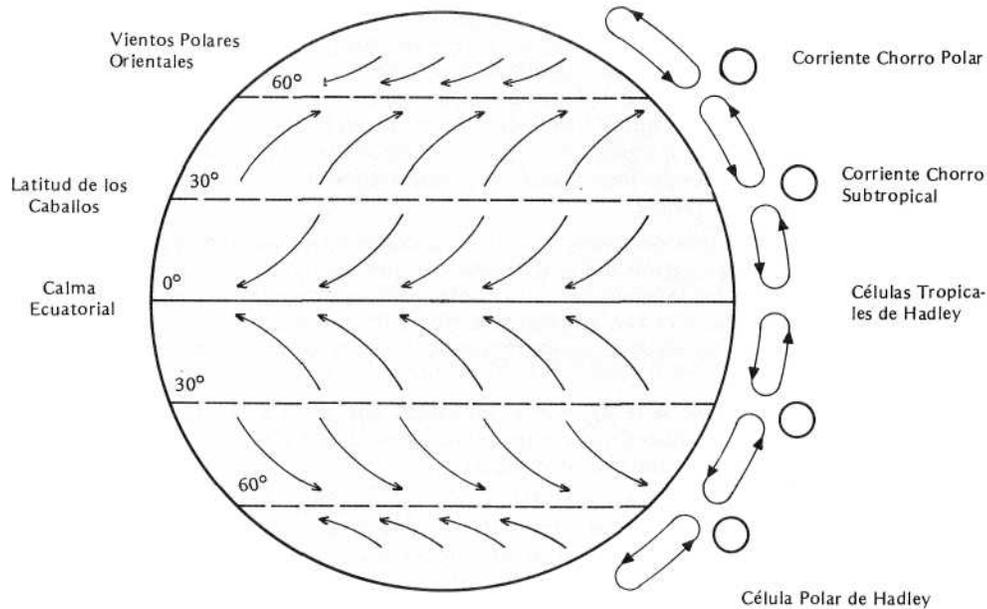


Figura 3.1. CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA O MACROESCALA SOBRE LA TIERRA



Estabilidad Atmosférica

Corrientes Térmicas. La porción de la atmósfera comprendida entre la superficie de la tierra y una altura de aproximadamente 15 km se llama troposfera. Esta región es la más importante en lo que a problemas de contaminación atmosférica se refiere. Debido a que la energía radiante del sol calienta la superficie de la tierra más que la atmósfera y, además, porque parte de esta energía o calor es transferida desde la superficie a las capas bajas de la atmósfera, la troposfera tiene una temperatura mayor en su parte inferior que en su parte superior. En promedio, la parte inferior de la troposfera —cerca de la superficie de la tierra— tiene una temperatura de 15° C, mientras que en su parte superior ésta es de aproximadamente —56° C. Esta condición es inestable debido a que el aire frío es más denso que el aire caliente. El aire caliente cercano a la superficie de la tierra tiende a subir, en corrientes ascendentes llamadas térmicas, mientras que el aire frío desciende. La circulación resultante es de naturaleza localizada comparada con la circulación hemisférica descrita anteriormente. Las térmicas ocurren sobre las ciudades, áreas rocosas y campos secos donde la superficie de la tierra posee una temperatura mayor. Las circulaciones verticales resultantes, conjuntamente con los vientos horizontales, son los mecanismos más importantes de dispersión de los contaminantes atmosféricos, debido al mezclado que se produce entre las capas inferiores contaminadas de la troposfera y las capas superiores relativamente exentas de contaminación.

Inversión. Bajo ciertas condiciones, la troposfera se estratifica, reduciéndose, o aun deteniéndose, la circulación vertical. Esta condición, conocida como 'inversión', significa que masas superiores de aire caliente atrapan a masas inferiores de aire frío; en otras palabras, la temperatura atmosférica aumenta con la altura. Esta condición es altamente indeseable, ya que puede traducirse en niveles de contaminación atmosférica más altos que los normales, debido a que los contaminantes no se dispersan eficazmente en la atmósfera. (Ver Inserción 'Estabilidad Atmosférica').

Topografía y Vientos. La circulación local del aire también puede verse afectada por la topografía del terreno. Por ejemplo, si el viento sopla por sobre un cerro, puede producirse una turbulencia

fuerte a sotavento del cerro. Si existe, a la vez, una descarga de contaminantes desde una chimenea a barlovento, la turbulencia puede causar una acumulación de contaminantes, como se ilustra en la Figura 3.2.

Los vientos que soplan a lo largo de un valle producen un efecto de embudo, mientras que los vientos que soplan a través de un valle producen un efecto de canal, como se ilustra en la Figura 3.3. Al producirse el efecto de canal, a pesar de que la dirección del viento en la parte superior puede ser casi perpendicular al valle, parte del viento queda atrapado en él, cambia de dirección y sopla a lo largo del valle. El viento que sopla a través de un área plana hacia una cadena de cerros puede acelerarse y formar un embudo a través de los pasos de los cerros. Todos estos fenómenos pueden tener, obviamente, una repercusión importante en lo que a dirección de desplazamiento y concentraciones de contaminantes se refiere.

La combinación de vientos prevaecientes y comportamiento térmico puede producir una distribución algo extraña de la circulación del aire. Considere, por ejemplo, un valle relativamente profundo orientado norte-sur. En la mañana, la luz solar brillará intensamente en el lado oeste del valle, calentando la superficie y el aire adyacente a ella. Este aire ascenderá, mientras que el aire más frío de la cara oriental del valle se asentará, produciéndose un movimiento circular como se ve en la Figura 3.4.

Ahora, si a la situación anterior se le superpone un viento que sopla a lo largo del valle, se tiene que la combinación efecto térmico-dirección del viento genera una circulación tipo 'sacacorchos' o espiral. Esta se representa gráficamente en la Figura 3.5.

Si, por otra parte, el viento soplara a través del valle y no a lo largo de él, se producirían 2 tipos distintos de circulación. En un caso el viento refuerza la distribución circular, por lo que los contaminantes atmosféricos tienden a circular rápidamente dentro del valle (Figura 3.6). En el otro caso, el viento rompe la distribución circular y ayuda a limpiar el valle (Figura 3.6 b).

Por supuesto que también puede haber un efecto de canal producido por los vientos que soplan a través del valle, por lo que se añadiría la distribución espiral descrita anteriormente.

Inversión por Radiación. Las inversiones por radiación ocurren también frecuentemente en los valles. A medida que las laderas de los cerros comienzan a enfriarse por la noche, se produce un enfriamiento del aire adyacente a ellas, el que se asienta hacia el fondo del valle. Por la mañana, el valle puede llenarse de aire frío, lo que se traduce en una inversión. Después de la salida del sol —si el valle tiene una orientación norte-sur—, la ladera occidental del valle se calentará y el movimiento circular del aire romperá la inversión. Si, por el contrario, el valle tiene una orientación este-oeste, el calentamiento superficial será más lento y la inversión tardará más en ceder.

Si el aire que se asienta en un valle durante la noche alcanza el punto de rocío,* se formará una capa de neblina que puede cubrir la totalidad del valle. Esta neblina impide la penetración de la luz solar matutina, por lo que la inversión perdurará por un tiempo mayor hasta que la neblina ceda totalmente. El humo puede producir un fenómeno similar, al igual que la bruma.

Debido a que en el invierno se produce un menor calentamiento de la superficie, las inversiones por radiación en los valles son más comunes y de mayor duración en esa estación del año que en verano.

Grandes cuerpos de agua, tales como océanos y lagos de gran tamaño, también ejercen un efecto importante en la circulación del aire. Esto se debe a la elevada capacidad calórica** del agua. Durante el día, el sol calienta las masas adyacentes de tierra mucho más que el agua. El aire sobre la superficie de la tierra se calienta y tiende a ascender, mientras que el aire más frío sobre la superficie del agua tiende a asentarse. Por la noche, la condición puede invertirse; o sea, la tierra se enfría más que el agua, con lo que la brisa soplará desde la tierra hacia el mar. Si no existe ningún otro fenómeno que interfiera con esta condición, los contaminantes que son suavemente arrastrados hacia el mar durante las horas de la noche pueden ser también suavemente devueltos a la ciudad en la mañana del día siguiente.

Punto en el cual el aire completa su capacidad de mantener agua en forma de vapor. Medida de la capacidad de absorber calor de un cuerpo sin cambiar su temperatura.

Figura 3.2. EFECTO DE CERROS SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

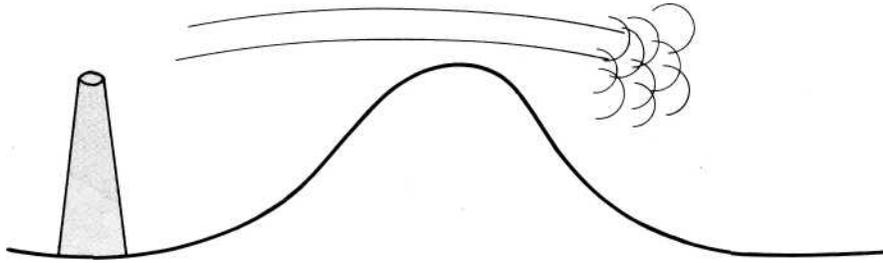


Figura 3.3. EFECTO DE VALLES EN LA CIRCULACIÓN DEL VIENTO

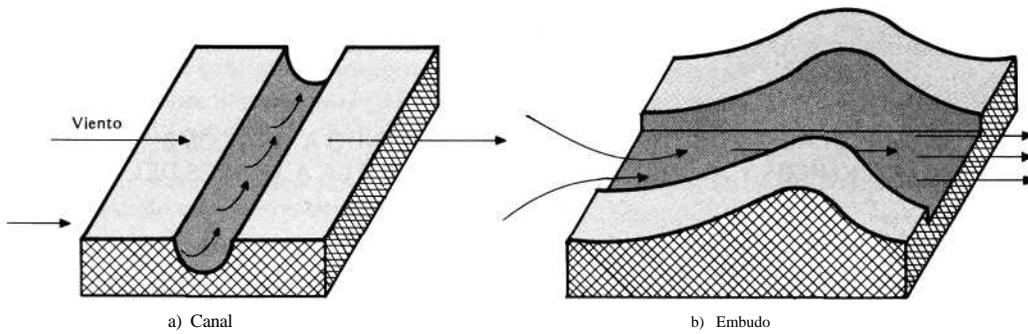


Figura 3.4. CIRCULACIÓN EN UN VALLE DE ORIENTACIÓN NORTE-SUR DEBIDO A EFECTOS TÉRMICOS

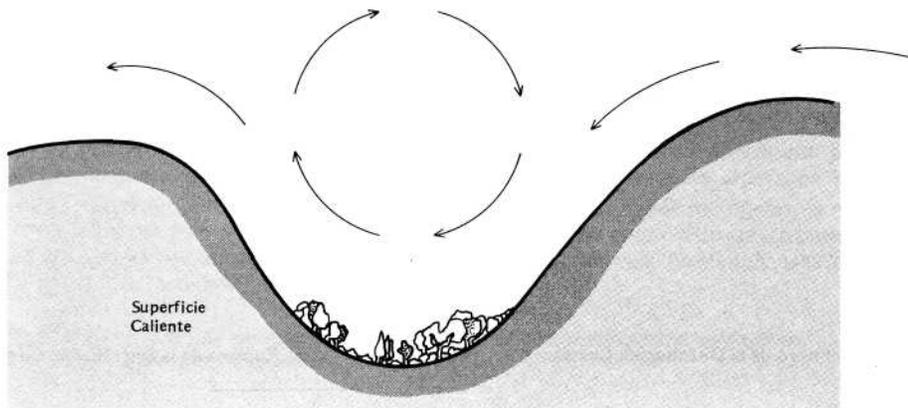


Figura 3.5. CIRCULACIÓN ESPIRAL DEL AIRE EN UN VALLE DEBIDO A UNA COMBINACIÓN DE EFECTOS TÉRMICOS Y AL VIENTO CUANDO ESTE SOPLA A LO LARGO DEL VALLE

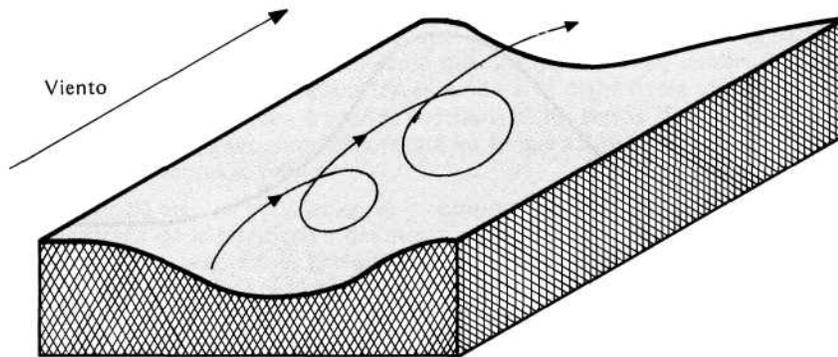
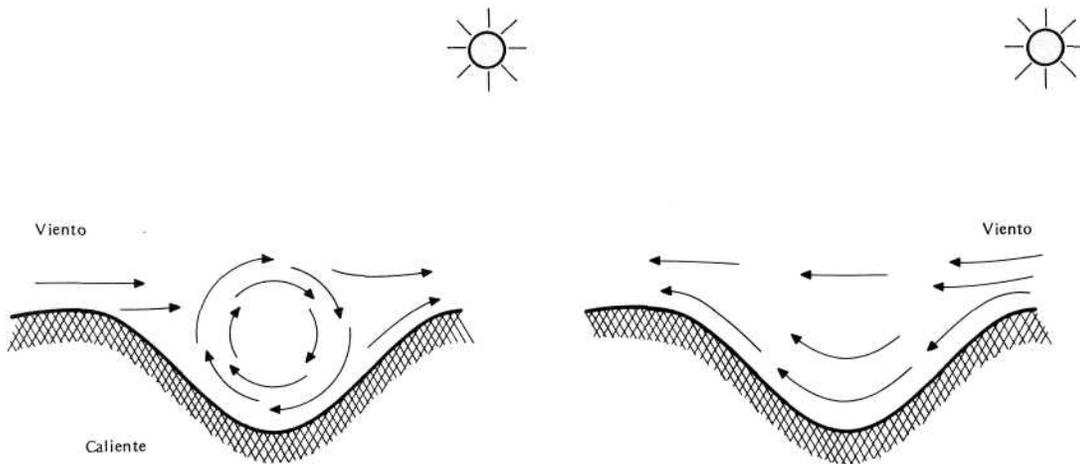


Figura 3.6. CIRCULACIÓN DEL AIRE EN UN VALLE DEBIDO A UNA COMBINACIÓN DE EFECTOS TÉRMICOS Y AL VIENTO CUANDO ESTE SOPLA A TRAVÉS DEL VALLE



a) Refuerzo de la Distribución Circular.

b) Ruptura de la Distribución Circular.

La ciudad, como tal, también puede afectar la circulación atmosférica, principalmente de tres maneras:

- Debido a que una parte importante de la superficie de las ciudades es de concreto y acero, y, que, además, en ellas hay una gran actividad humana, éstas pueden tener temperaturas mucho más elevadas que sus alrededores, especialmente durante la noche. Este calentamiento diferencial de la atmósfera puede producir una circulación que eleve los contaminantes desde la ciudad y los deposite más diluidos, a nivel de suelo, probablemente, a alguna distancia de ella. En la Figura 3.7 se muestra el efecto de la ciudad sobre la circulación.

- Como se aprecia en la Figura 3.8, las ciudades pueden causar un efecto turbulento similar a aquel provocado por los cerros. Esto trae como consecuencia una acumulación de contaminantes a sotavento de la ciudad.

- Las construcciones y edificios de las ciudades producen un aumento de la rugosidad superficial, lo que causa una disminución de las velocidades del viento. Conjuntamente con el efecto turbulento descrito anteriormente, esto se traduce en un aumento considerable del tiempo requerido para dispersar los contaminantes atmosféricos.

Las características topográficas y meteorológicas de la región donde se ubica Santiago definen condiciones poco adecuadas para la dispersión de contaminantes. Varios factores son responsables de este fenómeno: bloqueo al flujo atmosférico horizontal por las cadenas de cerros, vientos relativamente débiles, alto porcentaje de condiciones estables y existencia de capas de inversión de temperatura que confinan el aire contaminado cerca de la superficie^{15,13}.

Estas condiciones desfavorables se refieren a la totalidad de la cuenca. Además de que los vientos predominantes son débiles, su dirección varía entre el día y la noche. Esto se traduce en que es imposible identificar lugares donde fuese posible permitir emisiones descontroladas. La poca ventilación del valle da como resultado tiempos largos de residencia de los contaminantes atmosféricos, variando éstos entre varias horas y varios días.

Concentración de contaminantes atmosféricos en Santiago

El Gráfico 3.6 muestra el comportamiento del material particulado, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre a lo largo del año en Santiago de Chile¹⁶. Los valores mostrados representan el promedio diario para un mismo mes durante el período 1977-1980. Los valores medios de óxidos de azufre y de nitrógeno presentan valores máximos en los meses de invierno: junio, julio y agosto; mientras que las concentraciones de material particulado son máximas durante abril, mayo y junio.

Las variaciones de las concentraciones a lo largo del día para el monóxido de carbono y dióxido de azufre en dos meses típicos de verano e invierno se muestran en los gráficos 3.7 y 3.8, para el centro de Santiago¹⁶. En el caso del monóxido de carbono, los períodos de concentración máxima, como era de suponer, coinciden con las horas con máximo flujo vehicular. Los hidrocarburos presentan ciclos diarios similares a los del monóxido de carbono. En cambio, el dióxido de azufre presenta un comportamiento diferente, presumiblemente debido a un origen distinto.

Las normas chilenas de calidad del aire ambiental son excedidas frecuentemente para el material particulado. Para los óxidos de azufre o de nitrógeno, las normas se satisfacen ampliamente si se considera Santiago como un todo; sin embargo, para los óxidos de nitrógeno, la norma es sobrepasada a veces en el área central de la ciudad. En el caso del monóxido de carbono, la norma era sobrepasada ampliamente en el centro de Santiago. Sin embargo, ha habido una disminución en la concentración de este contaminante en el último tiempo*.

* *Para una descripción de un estudio de diagnóstico de la contaminación atmosférica en la Intercomuna Concepción-Talcahuano véase Inserción.*

Figura 3.7. EFECTO DE LA CIUDAD SOBRE LA CIRCULACIÓN DEBIDO AL CALOR RETENIDO POR LA CIUDAD

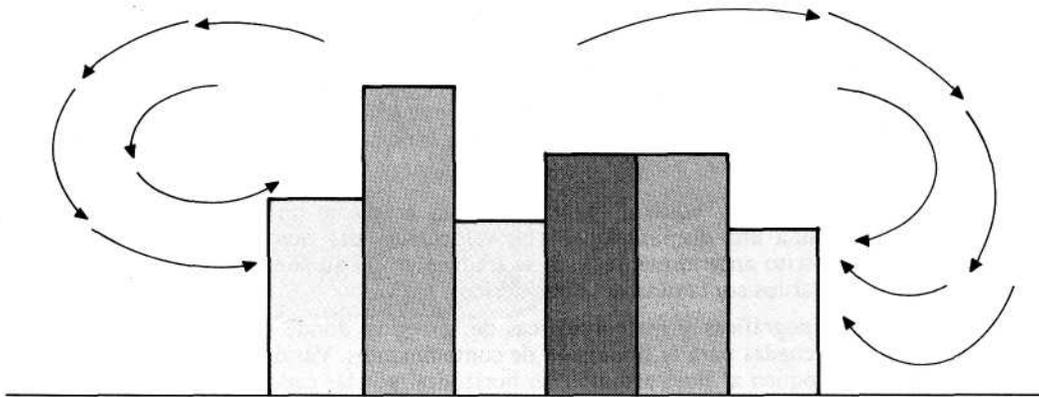
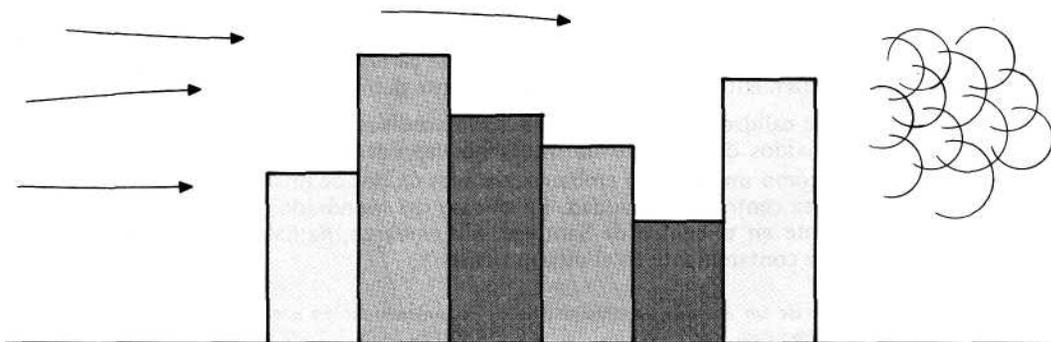


Figura 3.8. EFECTO TURBULENTO PRODUCIDO POR LA CIUDAD



Efecto invernadero

Durante el ciclo diurno normal, la radiación solar —principalmente de corta longitud de onda— pasa a través de la atmósfera transparente y es absorbida por las áreas superficiales de la tierra. Las áreas superficiales calentadas pierden energía, emitiendo radiación en el espectro infrarrojo. Cuando la atmósfera contiene concentraciones bajas de dióxido de carbono y vapor de agua, la cantidad de energía solar que llega es aproximadamente igual a la radiación terrestre que sale y, por lo tanto, se establece una temperatura de equilibrio de la superficie de la tierra y parte inferior de la atmósfera. Con un aumento en la concentración de vapor de agua o dióxido de carbono, se aumenta la absorción atmosférica del infrarrojo mientras que permanece inalterada la transmisión de la radiación solar de corta longitud de onda. El resultado neto sería un aumento en la temperatura promedio de la superficie de la tierra y parte inferior de la atmósfera, dado que la cantidad de energía solar durante el día permanecería constante mientras que la radiación terrestre nocturna se reduciría. Este fenómeno se conoce como 'efecto invernadero'. Varios investigadores han estimado que si continúa la tasa actual de aumento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, la temperatura superficial aumentaría en 2°C aproximadamente para el año 2000. Especulaciones adicionales indican que se derritiría suficiente hielo, como resultado del aumento de la

temperatura, para causar un aumento de 20 m en el nivel de los océanos. Sobre la base del argumento precedente, se ha propuesto que tanto el vapor de agua como el dióxido de carbono deben ser considerados como contaminantes atmosféricos.

Sin embargo, también debe destacarse que un aumento en las concentraciones de dióxido de carbono aparentemente estimula el crecimiento de ciertas plantas. Como las plantas absorben el CO₂ atmosférico en su ciclo de vida, el aumento en el crecimiento causaría un correspondiente aumento en la absorción de CO₂ y se establecería un nuevo balance estático del contenido de dióxido de carbono en el ambiente. La nueva concentración de CO₂ podría no diferir grandemente del nivel actual.

Otro factor que afecta la temperatura promedio de la tierra es la absorción y reflexión de la radiación solar causada por la materia particulada en la atmósfera. Los resultados de ciertos estudios parecen indicar que la temperatura promedio de la parte inferior de la atmósfera está disminuyendo, y que la causa es la reducción en la energía solar que alcanza la superficie debido a la absorción por parte del material particulado. De esta manera, podría argumentarse que en lugar de causar un aumento en la temperatura atmosférica, un aumento en la contaminación atmosférica causaría una reducción en la temperatura y un retorno a la época glacial.

Gráfico 3.6. CICLO ANUAL PROMEDIO DE MATERIAL PARTICULADO, ÓXIDOS DE NITRÓGENO Y DÍOXIDO DE AZUFRE PARA SANTIAGO DE CHILE DURANTE 1977-1980

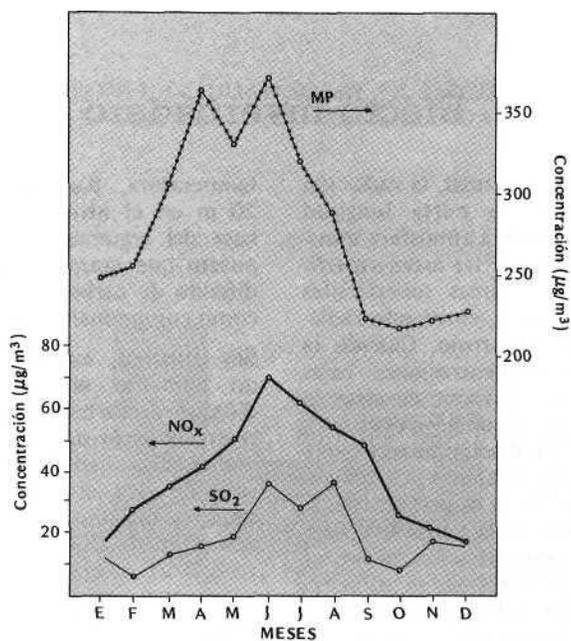


Gráfico 3.7. CICLOS DIARIOS TÍPICOS DE MONÓXIDO DE CARBONO PARA EL CENTRO DE SANTIAGO DE CHILE DURANTE 1977-1980

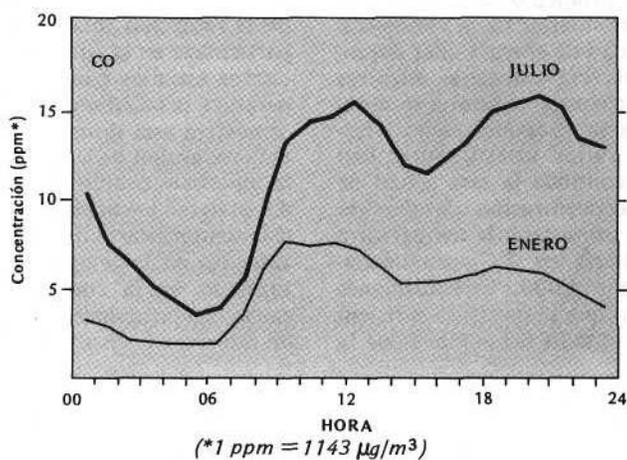
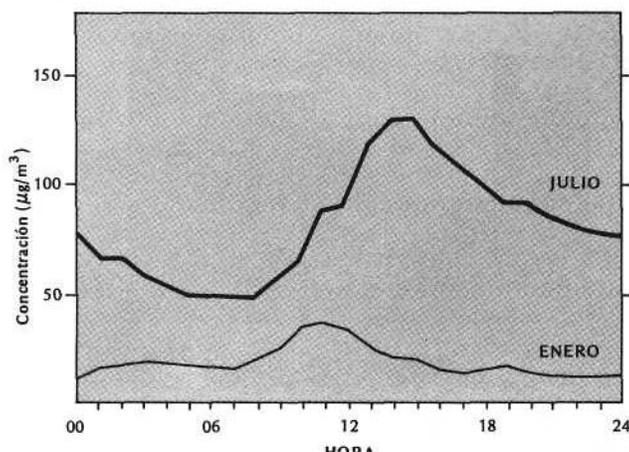


Gráfico 3.8. CICLOS DIARIOS TÍPICOS DE DÍOXIDO DE AZUFRE PARA EL CENTRO DE SANTIAGO DE CHILE DURANTE 1977-1980



Control de la calidad del aire

La determinación e implementación de un programa sistemático de control de la contaminación atmosférica es un proceso lento, difícil, con costos relativamente altos y cuyos resultados no pueden ser predichos con certeza. Las condiciones mínimas requeridas para controlar la calidad del aire incluyen inventario exhaustivo de:

- las fuentes de contaminación
- antecedentes meteorológicos y geográficos de la región
- conocimiento acerca de los diferentes efectos de los contaminantes —básicamente sobre la salud humana—
- conocimiento de la tecnología de control adecuada y de sus costos.

En la medida en que los requisitos recién mencionados sean conocidos o, al menos, estimados con una precisión satisfactoria, es posible intentar un delineamiento del programa de control más adecuado para la situación analizada en particular. En la selección de las diferentes alternativas de control —que incluye la alternativa de no ejercer ningún control—, debe tenerse muy en cuenta el costo involucrado en cada alternativa. Teóricamente, se debe elegir el sistema de control que descontamine el aire hasta un grado tal donde la sociedad maximice su beneficio. En otras palabras, no se debe purificar el aire solamente porque sí, sino hasta aquel nivel —lo que tendrá un cierto costo dado— donde la sociedad obtiene mayores beneficios que lo que obtendría destinando los fondos utilizados para controlar la contaminación atmosférica hacia otras actividades —educación, salud, alimentación, vivienda, etc.—. En esta sección se describirán muy brevemente las técnicas disponibles para controlar la contaminación atmosférica.

- En muchos casos, el método más económico de control de un contaminante es no producirlo. Así, una manera común de abordar el problema es efectuando cambios en los procesos contaminadores o sustituyendo combustibles, por ejemplo, sustituir el carbón por gas natural.

- Una segunda técnica para reducir la concentración de contaminantes gaseosos es mediante un aumento en la altura de las chimeneas. Aunque con este método no se disminuye la masa de contaminantes emitidos hacia la atmósfera, al menos se disminuye la concentración a nivel del suelo, que es el lugar donde se ubica el aire que respiramos.

- El tercer y último método de control consiste en remover del aire los contaminantes ya generados y descargar a la atmósfera un aire tratado.

Diferentes equipos pueden usarse para remover material particulado emitido por fuentes fijas, siendo los más comunes las cámaras de sedimentación, ciclones, torres de lavado, precipitadores electrostáticos y filtros. Las principales variables que determinan el tipo de equipo más adecuado para una situación en especial son el tamaño del material particulado, la eficiencia de remoción de contaminante requerida, y el costo.

Los contaminantes gaseosos emitidos por fuentes fijas son, por lo general, más fáciles de remover que la materia particulada. La remoción se realiza comúnmente por absorción en un líquido, adsorción en un sólido o por oxidación a sustancias benignas o a sustancias de fácil remoción.

Control de contaminantes

Debido a que gran parte de la contaminación atmosférica en Santiago se debe a fuentes móviles, se discutirá con mayor detalle el control de contaminantes emitidos por dichas fuentes. El monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y el plomo son emitidos por un vehículo exclusivamente por el tubo de escape¹². Sin embargo, un 20 por ciento de las emisiones de hidrocarburos proviene de la evaporación desde el estanque de combustible y del carburador, y otro 20 por ciento de los hidrocarburos proviene de los gases forzados a través de los pistones y emitidos por el cárter. El 60 por ciento restante escapa a través del tubo de escape.

- En el caso de los hidrocarburos, no deben controlarse solamente las emisiones del tubo de escape, sino también las provenientes de otras fuentes.

- Las emisiones de hidrocarburos a través del cárter son las más fáciles de controlar. En 1968, el control era obligatorio para todos los vehículos en los Estados Unidos. El método de control es fundamentalmente simple: en vez de dejar escapar a la atmósfera los gases del cárter, éstos se retornan al motor. Esto normalmente se realiza por la toma de vacío del múltiple y se regula mediante una válvula de 'ventilación positiva del cárter'.

- Las pérdidas por evaporación desde el estanque de bencina y desde el carburador ocurren generalmente durante el período de 'humedecimiento caliente', justo después que se ha detenido el motor. Estas emisiones pueden ser controladas trasladando los gases del estanque de combustible y del carburador a un recipiente que contiene carbón activado, el que adsorbe los hidrocarburos. Cuando el motor está funcionando, el aire entrante atraviesa el recipiente y causa la desorción de los hidrocarburos, los que son arrastrados hacia los cilindros donde se queman. En los automóviles equipados con ventilación positiva del cárter, también pueden controlarse las pérdidas evaporativas mediante una purga del estanque de combustible y del carburador hacia el cárter, de modo que los gases retenidos sean arrastrados hacia el motor, conjuntamente con los gases del cárter, mientras el motor está funcionando.

- El control de los contaminantes emitidos en los gases de escape es bastante más difícil de realizar. Fundamentalmente, se están explorando dos tipos de control. Uno de ellos consiste en evitar o minimizar la formación de contaminantes indeseables mediante el control del proceso de combustión en el cilindro; el otro se basa en la remoción de los contaminantes una vez formados.

- Diferentes variables controlan el proceso de combustión, siendo, presumiblemente, la razón aire-combustible, el factor más importante en determinar la cantidad emitida de diferentes contaminantes. Desafortunadamente, las razones aire-combustible que minimizan la formación de hidrocarburos y monóxidos de carbono, maximizan la emisión de óxidos de nitrógeno y viceversa.

El control de las emisiones se realiza no sólo regulando la razón aire-combustible, sino también alterando otros parámetros relacionados con la operación del motor, tales como ajustes del tiempo de encendido de las bujías y razones de compresión. El rediseño de los cilindros, de modo de minimizar las áreas donde pueden existir hidrocarburos sin quemar, también ha dado algunos resultados buenos. Sin embargo, para cumplir las normas de calidad del aire ambiental, es necesario, además, remover los contaminantes una vez que éstos se han formado.

- El método de remoción de contaminantes más promisorio entre aquellos investigados es aquel que usa una forma de oxidación catalítica. El sistema de catalizador doble, colocado después del quemador, tiene dos catalizadores: uno de ellos oxida los hidrocarburos y el CO, mientras que el otro reduce el NO_x a N₂. El envenenamiento de los sistemas catalíticos por el plomo es un problema serio, y es una de las razones por las cuales se emplea gasolina sin plomo en los Estados Unidos. También se ha descubierto que el azufre del combustible es oxidado a SO₃ por los catalizadores. Este se convierte en ácido sulfúrico, lo que puede acarrear dificultades serias que deben ser investigadas acuciosamente.

Políticas nacionales de prevención de la contaminación atmosférica

La experiencia de los países económicamente desarrollados indica que este desarrollo va relacionado, por lo general, con un empeoramiento de la calidad del medio ambiente. Este problema tiene su origen fundamentalmente en aquellas actividades que imponen un costo a la sociedad sin que este costo sea considerado por la entidad contaminante. Ejemplos de estos costos son la contaminación del aire, la contaminación del suelo, los ruidos molestos, etc.

Estos costos no incorporados existen básicamente porque no se pueden definir responsabilidades ni derechos de propiedad sobre algunos bienes, o bien porque en algunos casos, aunque es posible definir éstos, la legislación chilena no ha sido suficientemente clara al respecto.

Contaminación atmosférica en la intercomuna Concepción- Talcahuano

Durante el año 1979 se ejecutó el proyecto 'Evaluación del Grado de Contaminación Atmosférica en la Intercomuna Concepción-Talcahuano'¹, cuyos principales resultados se detallan a continuación. Las emisiones promedio mensual se presentan en el gráfico para la materia particulada, monóxido de carbono, dióxido de azufre e hidrocarburos. La industria es la principal responsable de las emisiones de partículas (89 por ciento) e hidrocarburos (78 por ciento), el transporte del monóxido de carbono (84 por ciento) y las calderas e incineradores de la generación de dióxido de azufre (60 por ciento).

Los resultados obtenidos en el programa de mediciones, realizado durante el período abril de 1979-marzo de 1980, se presentan en la Tabla para los contaminantes más importantes. Del análisis de los resultados se puede concluir que:

- El sector de Concepción presenta problemas de contaminación atmosférica causados, en primer lugar, por monóxido de carbono y, en segundo lugar, por partículas en suspensión. En el primer caso se sobre-

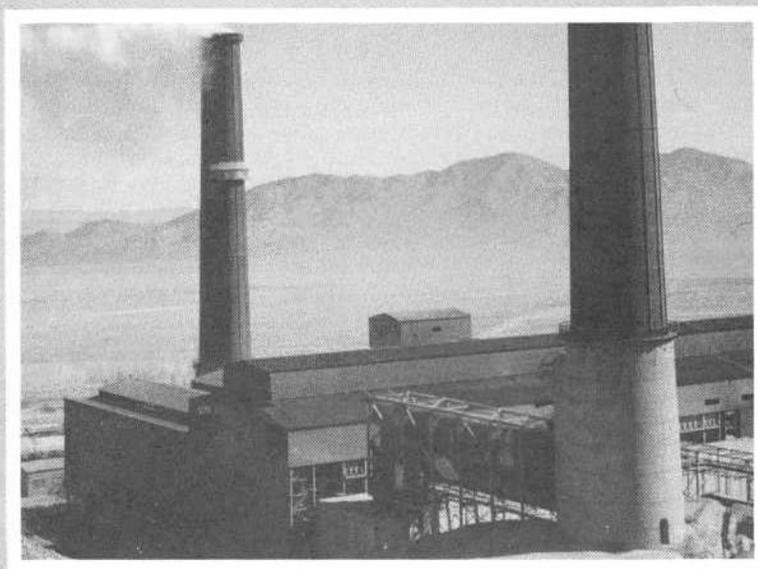
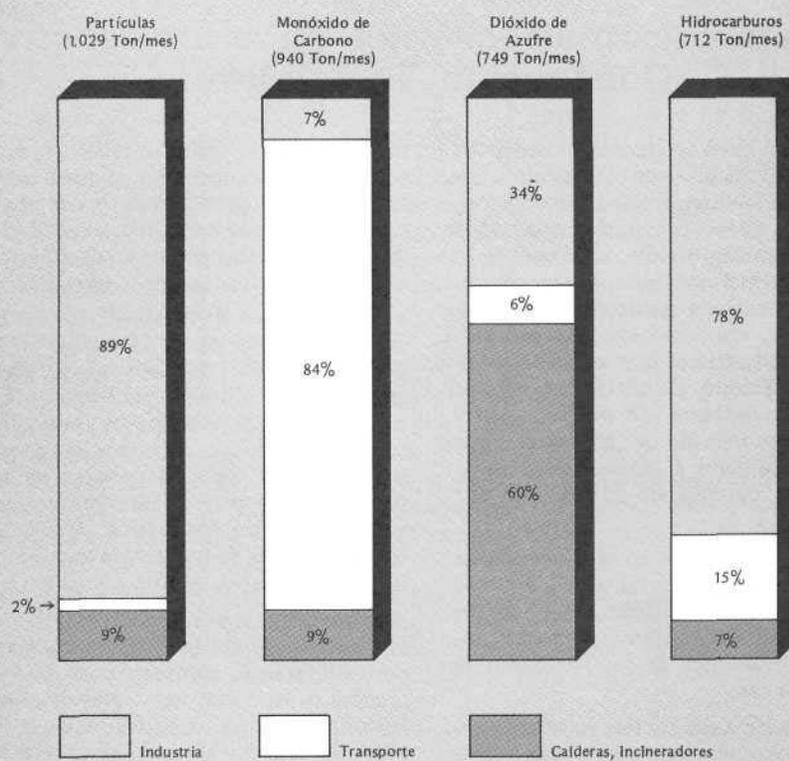
pasó 58 veces el límite recomendado para ocho horas de exposición, siendo la máxima frecuencia recomendada la de una vez al año. En cuanto a las partículas, los niveles presentan promedios geométricos 50 por ciento más altos que los recomendados.

- El sector de Hualpencillo-Talcahuano presenta problemas de partículas en suspensión, monóxido de carbono y, en menor grado, por oxidantes fotoquímicos. En efecto, los niveles detectados para estos contaminantes indican que el monóxido de carbono sobrepasó 47 veces los niveles recomendados, las partículas en suspensión, 29 veces y los oxidantes fotoquímicos, 9 veces. En todos los casos, la frecuencia máxima aceptada es la de una vez al año.

A la luz de los resultados del catastro de emisiones y de las concentraciones atmosféricas de los diferentes contaminantes, se concluye que las principales estrategias de control de la contaminación atmosférica en la intercomuna deben estar relacionadas con el control de las emisiones de partículas provenientes de la industria y de monóxido de carbono generado por el transporte.

Contaminante	Concentración Máxima Observada	Nº de muestras sobre	Promedio geométrico anual	% Tiempo sobre norma
Partículas en suspensión, ug/m ³	24 hrs.: 659-712	38	114-156	-
Monóxido de carbono, mg/m ³	1 hr. : 46-66 8 hrs.: 25-38	1 8	-	0,17- 0,29 4,3 - 11,3
Oxidantes fotoquímicos,ug/m ³	1 hr. : 153-492 8 hrs.: 20-31	9	-	0,103

EMISIONES DE PRINCIPALES CONTAMINANTES EN LA INTERCOMUNA CONCEPCION-TALCAHUANO (1979)



Referente a la contaminación atmosférica, ODEPLAN ha fijado las siguientes políticas nacionales para el período 1983-1989¹⁷:

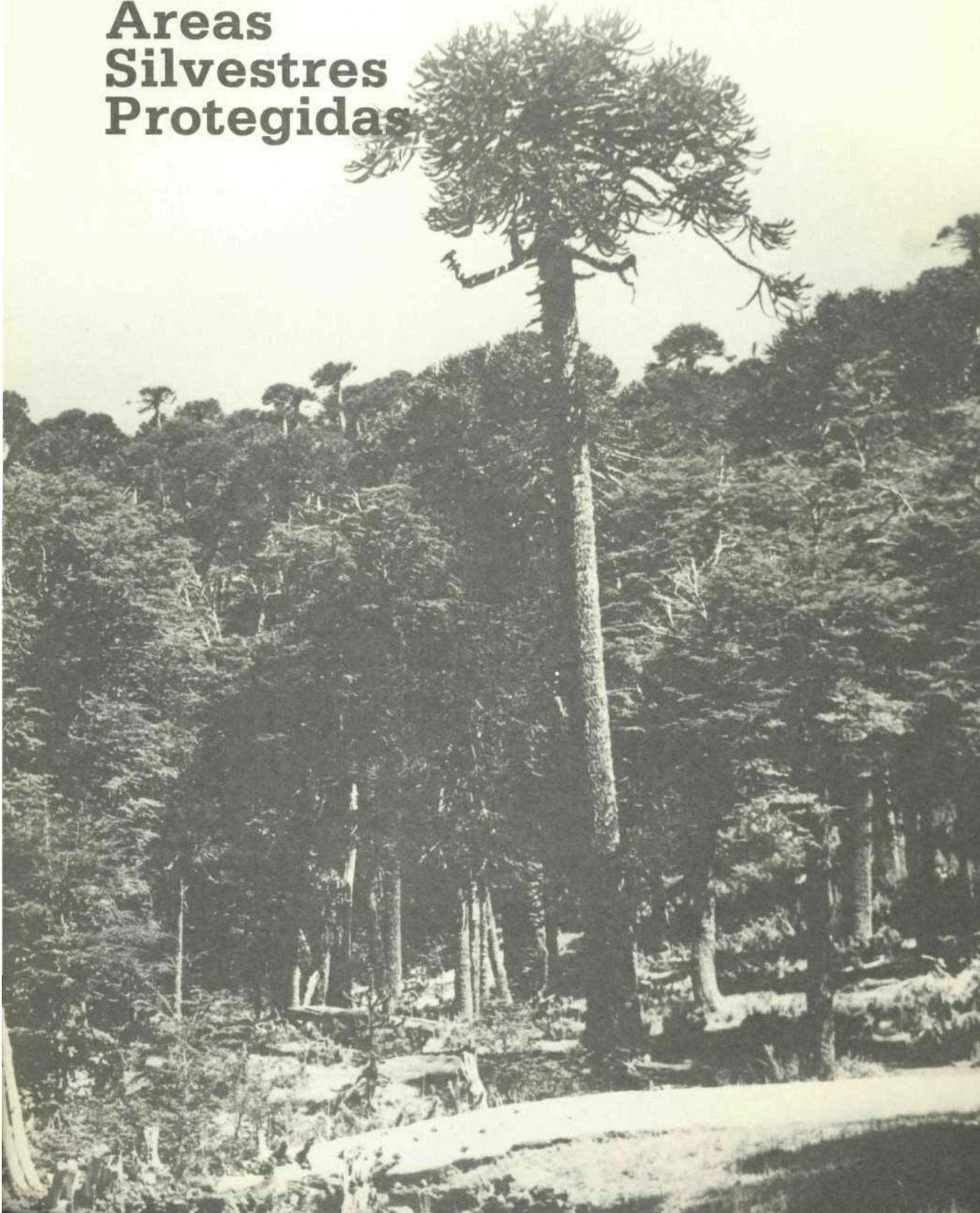
- "El Estado fijará normas generales, de carácter universal y no discriminatorias, destinadas a evitar la contaminación, sin especificar detalles técnicos de cómo impedirla y controlarla; dicho problema deberá ser resuelto por cada uno de los agentes sujetos a control". Aunque existen normas cualitativas de calidad del aire ambiental y algunas normas cualitativas y cuantitativas sobre estándares de emisión, el grado de efectividad de ellas ha sido bajísimo, por diferentes y complejas razones*.
- "El Estado podrá aplicar impuestos o subsidios destinados a lograr que las actividades que producen efectos nocivos sobre el medio ambiente incorporen el valor de éstos de manera que el nivel de producción de dichas actividades sea el óptimo desde el punto de vista social". Hasta la fecha, esta política no ha sido implementada en relación a la contaminación atmosférica.
- "El Estado desarrollará medidas y proyectos tendientes a mejorar la calidad del medio ambiente en los casos en que, por la naturaleza de los proyectos, éstos no puedan ser llevados a cabo por el sector privado". Es importante señalar que el Gobierno, a través de la Intendencia de la Región Metropolitana, ha comenzado a licitar ocho proyectos de estudios de descontaminación ambiental de la Región Metropolitana de Santiago. El conjunto de proyectos se financiará parcialmente mediante un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo —US\$ 2.400.000— y parcialmente con fondos de la Intendencia ya mencionada —US\$ 900.000—. De los ocho proyectos, cinco están directamente relacionados con la contaminación del aire: 'Complementación de las Redes Monitoras de Contaminación Atmosférica', 'Desarrollo de un Sistema de Pronósticos de Concentración de Contaminantes Atmosféricos', 'Diseño de un Sistema Institucional de Gestión Administrativa y Marco Legal y de un Sistema de Derechos de Emisión de Contaminantes Atmosféricos', 'Estudios Epidemiológicos' y 'Medición de Factores de Emisión en la Locomoción Colectiva'.
- "El Estado deberá mantener permanentemente actualizados estudios sobre las fuentes de contaminación, los niveles alcanzados por los elementos contaminantes y los niveles aceptables de calidad ambiental del aire, aguas y suelo". Al menos esta política está medianamente implementada en Santiago y se mejorará su cobertura con la realización de los proyectos mencionados.
- "Se deberán racionalizar las acciones que actualmente realiza el Estado en relación a los problemas ambientales para evitar duplicidad y mal uso de los recursos. Se deberá revisar y actualizar el aparato legal e institucional actualmente existente para adaptarlo a la política general". Este punto es de crucial importancia dado que la legislación ambiental actual es bastante precaria y casi completamente no implementada. Se esperan buenos resultados a este respecto del proyecto 'Diseño de un Sistema Institucional de Gestión Administrativa y Marco Legal'.
- "Se desarrollarán programas educacionales y de difusión encaminados a que las personas colaboren en la solución de los problemas de calidad ambiental".

* Para una descripción más detallada de la legislación ambiental vigente, el lector es referido al capítulo sobre 'Derecho'.

CAPITULO 4

Carlos Weber y Alejandro Gutiérrez

Areas Silvestres Protegidas



CAPITULO 4

Áreas Silvestres Protegidas

Algunos sectores de la ecósfera se destinan actualmente como lugares de preservación de los ecosistemas naturales en su estado original, con el objetivo de protegerlos, para fines de recreación, de conservación de la estética, de educación o de investigación medioambiental.

Como se expone en el Capítulo 'Ecosistema Terrestre', las especies y sus poblaciones no existen independientemente unas de otras sino que, por el contrario, la regla general es la interacción, llegando incluso a casos extremos de dependencia. No obstante lo anterior, antes de la aparición de los seres humanos no existió ninguna especie que, conscientemente, hubiera sido capaz de manipular la biogeoestructura*, afectando con ello a las demás formas de vida con las que comparten el planeta.

El fuego fue la primera herramienta de gran impacto utilizada por los seres humanos. Aproximadamente diez mil años atrás surgió la agricultura, actividad que implica una alteración radical del ambiente, incluyendo la sustitución de ciertas especies vegetales por otras que son de interés por sus frutos, semillas, hojas o fibras.

Pese a estas alteraciones, que tenían más bien un carácter puntual, la naturaleza en su conjunto fue poco afectada. Poco a poco, la población humana fue creciendo y con ello se fue incrementando su impacto sobre el ambiente natural, junto con el aumento de la población, creció la demanda que ella ejercía sobre los recursos naturales, tanto renovables como no renovables. A las necesidades de mera subsistencia que prevalecían en un comienzo, se fueron agregando mayores exigencias en cuanto a alimentación, vestuario y alojamiento, así como se generó la necesidad de materiales para uso religioso y guerrero.

Un factor agregado de innovación fue la tecnología, en un comienzo muy elemental y estable,

* Biogeoestructura: *Componentes tanto físicos como biológicos del ecosistema.*

hasta alcanzarse en los siglos recientes un progresivo aceleramiento del proceso tecnológico, con lo cual se incrementó notablemente el impacto sobre el ambiente natural.

Estos factores actúan en forma concurrente, y sus consecuencias se multiplican entre sí, de modo que, figurativamente, podríamos decir que hace algunos siglos existían islas de alteración humana en un mar de naturaleza, mientras que hoy en día la situación es de islas de naturaleza en un mar de modificación antropógena*.

La percepción de este cambio ha sido lenta, y sólo en los últimos 25 años la preservación del patrimonio natural y del equilibrio ecológico del planeta han sido reconocidos ampliamente como problemas que requieren acción.

Una de las formas más eficaces para asegurar la preservación del patrimonio natural y de contribuir al equilibrio ecológico es el establecimiento de sistemas de áreas silvestres protegidas, las que, bajo múltiples denominaciones, se han establecido en casi todos los países**.

Las áreas se agrupan en categorías cuya administración se rige por un conjunto de normas técnicas y jurídicas. A su vez las diferentes categorías —que son complementarias entre sí— constituyen el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas.

La protección estricta de las condiciones naturales de un lugar es, generalmente, incompatible con la explotación comercial; por este motivo la mayor parte de las Áreas Silvestres Protegidas deben ser de propiedad del Estado o de alguna organización gubernamental. La protección estatal, asegurada por ley, permite una permanencia en el tiempo que ningún particular puede garantizar, en la medida en que crisis económicas o incluso eventualidades como la decisión de herederos, pueden significar la destrucción de la condición natural del sitio que se deseaba proteger.

No obstante lo anterior, pueden existir Áreas Protegidas de dominio particular, en especial en aquellos casos en que la protección es parcial y se manifiesta en normas que restringen las actividades que se pueden desarrollar pero que no las prohíben completamente.

En el caso de Chile, existen diversas categorías de Áreas Silvestres Protegidas del Estado que restringen o regulan diferentes tipos de actividades, tales como pesca, minería, corta de árboles, etc. Este capítulo se refiere preferentemente a las áreas de propiedad estatal, si bien hace alguna referencia a las unidades privadas.

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas busca alcanzar los siguientes objetivos nacionales de conservación:

- Mantener áreas con muestras de diversos ecosistemas, o lugares con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación, y asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente.
- Mantener ejemplos claves, representativos de la herencia natural y cultural de la nación.
- Mantener y mejorar recursos de la flora y fauna silvestres y fomentar el desarrollo de técnicas de utilización sostenida.
- Preservar y restaurar la capacidad productiva de los suelos de las Áreas Silvestres Protegidas en peligro o en estado de erosión.
- Mantener y mejorar los sistemas hidrológicos naturales.
- Preservar y mejorar los recursos escénicos naturales y promover su uso en recreación y turismo.

No todos estos objetivos tienen la misma jerarquía, pues prima el de protección y conservación del ambiente natural por sobre objetivos como la recreación y el turismo, cuyo desarrollo debe estar condicionado al buen cumplimiento del objetivo fundamental de preservación.

- Antropógena: *Ejecutada por el hombre.*

** *Para una información más extensa sobre los aspectos jurídicos vigentes, referirse a los capítulos 'Derecho' y 'Dimensión Internacional'.*

Conceptos básicos

La Tierra es el único lugar conocido en que existe la vida, pero en la actualidad los seres humanos han desarrollado la facultad de reducir la capacidad del planeta para sustentarla. Esta situación no se ha producido de un modo deliberado sino que es más bien consecuencia de la ignorancia frente a las relaciones que existen entre el hombre y la biosfera.

Generalmente, se olvida que tanto los elementos vivos como los inertes que integran la biosfera cumplen una triple función:

- En primer término, son un patrimonio natural y como tales caracterizan y distinguen a un territorio determinado. Este concepto incluye la preservación no sólo de las especies, sino también de su diversidad genética.
- Contribuyen, además, a conformar el equilibrio ecológico que permite mantener los procesos y sistemas vitales tanto a nivel local como global. Entre estos procesos se cuentan la capacidad de regeneración de los suelos, el reciclaje del agua y nutrientes y el intercambio de gases entre los seres vivos y la atmósfera.
- Finalmente, los elementos de la biosfera pueden contribuir al aprovechamiento sostenido de especies y ecosistemas, es decir, se constituyen en recursos o materias primas utilizables directas o indirectamente en procesos productivos de bienes y servicios.

Generalmente, los elementos bióticos* y abióticos** son mirados exclusivamente en esta última función, olvidándose que las dos anteriores son prioritarias, en la medida en que la capacidad de producir depende tanto del equilibrio ecológico como de la diversidad genética.

Existen diversas razones para preservar la naturaleza y sus componentes. Estas pueden ser agrupadas en: éticas, utilitarias y estéticas.

Razones Éticas. Establecen el deber moral de la humanidad de asegurar la supervivencia de todos los demás seres vivos del planeta, de modo que la evolución de la vida se desarrolle sin ser interferida totalmente por el breve fenómeno constituido por los seres humanos, y para que futuras generaciones puedan recibir esta herencia sin que haya sufrido una disminución significativa.

Razones Estéticas. Constituyen tanto las oportunidades recreacionales para el público masivo, como la inspiración artística motivadora de pintores, músicos y escritores.

Razones Utilitarias. Son múltiples, y entre las principales cabe citar:

- Obtención de productos químicos, fibras y alimentos potencialmente útiles, que pueden ser obtenidos de la flora o de la fauna. No debe olvidarse que casi todos los productos útiles para los seres humanos han provenido originalmente de especies silvestres de fauna o flora. La síntesis artificial de un nuevo producto químico, procedimiento que muchos consideran como una fácil solución tecnológica que nos independiza totalmente de la naturaleza, tiene un elevado costo en tiempo y dinero; la fauna y la flora pueden proporcionar multitud de compuestos químicos a un costo bajísimo; sólo después de comprobarse la utilidad de alguno de ellos es conveniente estudiar su síntesis artificial, en la medida en que no fuese posible producir la cantidad requerida a partir de la flora o de la fauna.
- Mantención de la más amplia diversidad genética para todas y cada una de las especies de la flora y de la fauna —'pool genético'—. Con ésto, se conservan abiertas todas las opciones para la adaptación de las especies a cambios ambientales, para el mejoramiento genético de especies domésticas o cultivadas y también para la recombinación de material genético de diferentes especies: técnica conocida como 'ingeniería genética'. Es conveniente, además, recordar que la totalidad de las plantas cultivadas y los animales domésticos provienen de ancestros silvestres; y que a futuro, nuevas especies de plantas podrán incorporarse al cultivo, y otros animales a la cría en cautiverio o a la domesticación.

- **Bióticos:** *con vida en el ecosistema.*

** **Abióticos:** *sin vida, ni derivado de seres vivos en el ecosistema.*

- Mantención de un sistema de vigilancia continua de la calidad ambiental, conocido frecuentemente como 'monitoreo'. Este sistema sirve como base de referencia para medir la evolución natural de un ecosistema, y, lo que es más importante, para proporcionar la alarma oportuna frente al deterioro progresivo de la calidad del ambiente, anticipando una situación de peligro para los seres humanos.

¿Por qué preservar lo natural?

Muchas de las motivaciones para preservar el patrimonio natural son difíciles de delimitar, por ejemplo, consideraciones tales como el mantener opciones abiertas para futuras generaciones, de modo que ellas puedan tomar sus propias decisiones de acuerdo a sus necesidades, preferencias y tecnologías, comienzan siendo consideraciones éticas, pero con el correr del tiempo se transforman en utilitarias. Otro ejemplo es el de la recreación, que al ser una compensación por las tensiones y frustraciones que experimentan los individuos en sus ámbitos artificializados mejora su rendimiento, constituyéndose en una función utilitaria.

Las Áreas Silvestres Protegidas no constituyen por sí mismas una solución a los problemas ambientales de un país, pero conforman una herramienta importante que, en conjunto con otras medidas, contribuye a resolverlos. Estas áreas son especialmente útiles para preservar el patrimonio natural, contribuyendo también a mantener el equilibrio ecológico en terrenos frágiles que, al ser objeto de un uso irrestricto, resultarían fácilmente destruidos. Indirectamente, contribuyen a difundir los principios de conservación, a través de programas formales e informales de educación ambiental, al contar con un sitio que permite realizar investigaciones y controles de largo plazo en áreas con una artificialización mínima, o por lo menos bien regulada.

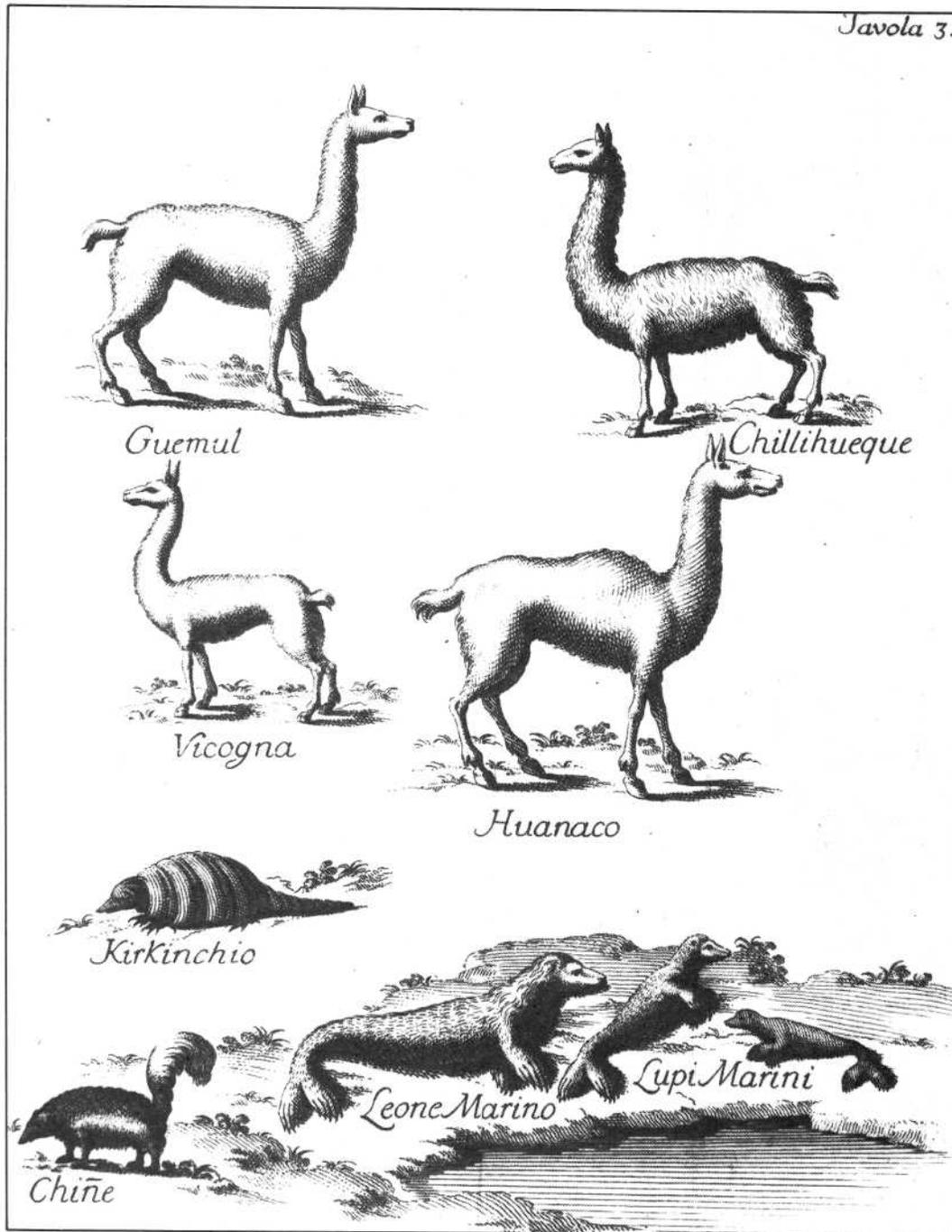
La alternativa de preservar la diversidad genética mediante el cultivo de plantas y la cría en cautiverio de las especies de fauna —preservación *ex situ*—, aparece a primera vista como una posibilidad atractiva para evitar el esfuerzo inherente a la creación y mantención de un extenso Sistema de Áreas Silvestres Protegidas. Sin embargo, un simple análisis de los costos involucrados, si se quiere preservar 'cada' especie, hace notoria la imposibilidad financiera de emprender este camino. Además, esta alternativa requiere de un conocimiento bastante amplio de la especie que se desee criar o cultivar. Con lo cual la preservación *ex situ* no puede cumplir la función preventiva de pérdida de especies que aún no conocemos o que se conocen en forma incompleta. Tampoco se pueden reproducir en condiciones artificiales todas las características del ambiente natural de una especie, por lo que su potencial genético se va erosionando con cada nueva generación, alterándose el rumbo evolutivo natural y perdiéndose la diversidad.

La cría en cautiverio o el cultivo sólo representan una solución para la supervivencia de especies que en su ambiente natural enfrentan un inminente peligro de extinción, en un momento dado, debido a causas incontrolables. No obstante lo anterior, los jardines botánicos y zoológicos son de gran interés para fines de investigación y de educación pública, cumpliendo una función complementaria a la del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas, pero nunca sustituyéndolo.

Debido a las deficiencias de habitabilidad y productividad que presentan los diversos lugares de la tierra, la población humana se distribuye en forma muy poco homogénea sobre su superficie. El impacto humano se ha concentrado, generalmente, en sectores planos, de poca altitud, cercanos a las costas o a los grandes ríos. Las cumbres de las montañas, las zonas frías cercanas a los polos, los desiertos y las selvas tropicales tienen hasta hoy una densidad de población relativamente baja. Al surgir, a partir del siglo pasado, el interés por establecer Áreas Silvestres Protegidas, el costo de adquirir terrenos en zonas de alta densidad de población, obligó a crearlas sólo en sectores remotos que no eran atractivos para otros usos. En ningún caso puede considerarse que las Áreas Protegidas deben estar compuestas por terrenos marginales; por el contrario, la situación ideal sería tener una muestra representativa de todos y cada uno de los ambientes naturales propios de un país.

En Chile, muchos Parques Nacionales han sido creados a partir de terrenos residuales que sobra-

ron después de programas de colonización, remates de tierras públicas y fiscales en general. Esto ha dificultado el cumplimiento de los objetivos de dichas unidades por cuanto no se ha respetado límites ecológicos, dividiendo ecosistemas que constituyen un todo y, por lo tanto, poniendo en peligro su integridad.



Inicio de las áreas protegidas en el mundo

Desde que el hombre se organizó en sociedades, observó la conveniencia de establecer acciones para proteger relaciones funcionales a su supervivencia. Así, con el fin de asegurar un suministro de agua para las tierras agrícolas del valle, en algunas comunidades se prohibían la ganadería y el corte de madera en los bosques de la montaña. Algunos pueblos se aseguraban contra cosechas pobres, reservando animales. En otros casos, se protegían determinadas especies de flora y fauna con el objeto de obtener medicinas especiales.

Todas estas prácticas de las primitivas culturas en diferentes partes del mundo constituyeron las primeras medidas conservacionistas del medio ambiente y llevaron, en muchos casos, al establecimiento de las primeras reservas naturales. De esto son ejemplo notable los parques boscosos creados hace ya muchos siglos en el Este de la China para la exhibición y propagación de ungulados. Gracias a este especializado uso de la tierra aún se conservan algunas manadas de venados 'Pere David', que ya no existen en estado silvestre.

En la Europa medieval, los parques, algunas veces de gran tamaño, fueron áreas boscosas donde los soberanos, especialmente del Oeste y Centro del continente constituyeron reservas de caza exclusivas de la nobleza.

La primera reserva natural de carácter moderno es un sector del bosque de Fontainebleau, al sur de París. En 1885, un grupo de pintores, movido por consideraciones estéticas, obtuvo disposiciones legales para su protección.

Sin embargo, ha sido la idea de Parque Nacional la que más universalmente se ha aceptado como una fórmula de protección de áreas naturales sobresalientes. Esta idea se consolidó en el año 1872, en Estados Unidos, al crearse el primer Parque Nacional del mundo, Yellowstone, donde un grupo de visionarios, renunciando a los derechos de explotación que la ley les daba, decidió que el área tendría la función de un parque público para el beneficio y disfrute del pueblo.

Durante las décadas siguientes, tanto en forma espontánea, o como resultado del ejemplo de Estados Unidos, numerosos países tomaron medidas similares para preservar partes de su territorio nacional, notables por su flora, su fauna o su belleza escénica. En menos de un siglo, la idea de Parque Nacional se ha expandido por todo el mundo y en cada continente existen ahora superficies naturales establecidas bajo este concepto.

En 1887, Canadá creó el 'Parque Nacional Banff' y México, en 1917, denominó 'Desierto de los Leones' a su primer Parque Nacional. Sudáfrica evoca el nombre del Presidente Krüger, quien, en 1892, había protegido la 'Reserva de Caza Sabi', la que llegó a ser más tarde el mundialmente famoso 'Parque Nacional Krüger'. De ahí en adelante numerosos otros países africanos han creado reservas y parques nacionales conocidos actualmente en todo el orbe.

En Europa, después de las medidas tomadas para proteger Fontainebleau, poco sucedió hasta el comienzo del siglo veinte. En 1909, Suecia creó las primeras grandes reservas de Laponia, y en 1914, Paul Sarasin estableció el 'Parque Nacional Suizo'. En la URSS, por iniciativa de la Academia de Ciencias de Moscú, se habían creado reservas ya poco antes de la Revolución. Otras, tales como la 'Reserva de Astrakán', en el delta del Volga, fueron establecidas inmediatamente después de la Revolución.

Otros dos países deberían ser mencionados: Italia, por su 'Gran Paraíso', establecido en 1922, y Checoslovaquia, donde políticas de protección han existido desde 1838.

En Japón, a partir de 1931, el movimiento conservacionista fue cobrando importancia, y, entre los años 1934 y 1936, se crearon una docena de parques nacionales, algunos de los cuales son conocidos mundialmente. En Indonesia fue establecida una importante serie de reservas naturales en 1919. En Australia, el parque nacional de 'Adelaide', en el sur del país, data de 1891; y el primer parque nacional de Nueva Zelanda, Tongariro, fue creado en 1894. En Sudamérica, la designación fue usada oficialmente varios años más tarde: en Chile en 1925, Argentina en 1934, y Ecuador en 1935.

En la actualidad, se crean parques nacionales u otras áreas silvestres protegidas en todo el mundo, aun en lugares que para nosotros resultan extraños y remotos. Groenlandia creó, en el año 1974, el parque nacional actual más grande del mundo —con más de 70 millones de hectáreas—, que

El mar y las áreas protegidas

Las Áreas Protegidas Marinas no sólo están compuestas por zonas de alta mar, sino, muy especialmente, por sectores costeros o litorales, en los cuales se encuentra la mayor diversidad ecológica de ambientes y especies marinas. Chile es un país que posee uno de los litorales más extensos del mundo; además del sector continental americano, cabe recordar que existe el litoral antártico, caracterizado por una abundante biomasa, y el de las islas oceánicas —Archipiélago de Juan Fernández, Sala y Gómez e Isla de Pascua— que, si bien tienen una extensión reducida, poseen una enorme diversidad.

El propósito fundamental del establecimiento de Parques Nacionales y áreas afines es la protección de ambientes naturales, los que por considerarse amenazados son puestos bajo control oficial. En este sentido, no existe diferencia conceptual alguna entre lo que sucede en los ambientes terrestres o marinos. Sin embargo, en la práctica se observa que la preocupación por

la protección de los ambientes marítimos se manifestó tardíamente en relación con los sistemas ecológicos terrestres. Yellowstone, el primer Parque Nacional terrestre, fue creado en 1872; sólo en 1925 se agregó un espacio marítimo a un área silvestre protegida, el 'Glacier Bay National Monument'.

Este desfase es explicable ya que la decisión de establecer áreas protegidas ha sido, generalmente, una reacción que ocurre después que se percibe claramente el peligro que representa la destrucción y degradación de los ambientes naturales. Hasta muy recientemente el mar era considerado como *un* gran basurero capaz de absorber todo tipo de desechos, los que aparentemente desaparecían; igualmente, hasta hoy, las especies marinas tienden a explotarse hasta su virtual desaparición. El peligro que implican estos hechos fue percibido después de las amenazas a los medios terrestres, y, en consecuencia, el retraso en las medidas proteccionistas marítimas deriva de ello.



protege los frágiles ambientes del Ártico y sus especies dependientes. El parque más alto del mundo fue establecido en 1976, por Nepal, en la cumbre del Monte Everest.

El patrimonio natural de Chile

El territorio chileno está compuesto por un sector continental americano, en el cual se concentra la mayor parte de la diversidad ecológica del país. Sin embargo, es necesario reconocer el aporte de los cuatro grupos de islas oceánicas, Pascua, Sala y Gómez, San Félix y San Ambrosio y el Archipiélago de Juan Fernández, así como el del Territorio Chileno Antártico; todos ellos, ecosistemas terrestres muy simples, si bien geológicamente interesantes, cuyo mar posee una notable abundancia de biomasa* y un número bastante alto de especies.

Sudamérica es un continente que ha permanecido aislado en los últimos 200 millones de años, período durante el cual se han originado las formas más evolucionadas de vida, tales como los mamíferos. A intervalos, se ha restablecido el puente terrestre con Norteamérica, formado por el istmo de Panamá. La condición de aislamiento del continente ha afectado en forma diferencial a las especies: las aves voladoras están entre las menos afectadas; los mamíferos terrestres se encuentran en el extremo contrario. La presencia de los distintos grupos en Sudamérica está estrechamente ligada a la existencia periódica de una comunicación terrestre con las masas continentales del hemisferio norte.

En el caso particular de Chile, la zona central resulta ser una isla dentro de Sudamérica, separada por el desierto en el norte, la cordillera en el este y el océano en el oeste y el sur. Esto ayuda a comprender tanto el alto endemismo** de flora, como la relativa pobreza en vertebrados. En cuanto al resto del país, la condición insular no es válida, ya que la cordillera, el desierto y el océano, que forman las barreras que aíslan a Chile Central, tienen continuidad con ambientes semejantes que se prolongan lejos de nuestras fronteras. Sin embargo, el desierto constituye un medio muy restrictivo para el desarrollo de la vida, y también lo es la cordillera chilena. Distinto es el caso del Océano Pacífico que, siendo el mayor de la tierra, posee una alta diversidad de formas de vida, las cuales, a diferencia de las especies continentales, han sobrevivido a la selección en un medio de fuerte competencia. A modo de ejemplo, se analizarán algunas características de nuestra vegetación, flora, fauna y geología, reconociéndose la existencia de otras categorías de importancia, tales como suelos o ambientes marinos.

Flora

Es una categoría básica del Patrimonio Natural, y está constituida por el conjunto de especies pertenecientes al reino vegetal. La revisión más actualizada sobre este tema en Chile es la realizada en 1983 y cuyas cifras se emplean aquí como base¹. Se establece que la flora chilena cuenta con 4.758 especies vasculares, comprendidas en 965 géneros y 190 familias. Este número puede experimentar en el futuro ligeras variaciones por descubrimiento de especies nuevas; o por un estudio que pueda llevar a la fusión o división de especies ya conocidas. El número de especies es bajo si se compara con países de extensión semejante o inferior —como Venezuela y Ecuador—, en los que se estima existen unas 30.000 especies de plantas vasculares en cada uno, pero explicable por la ausencia en Chile de bosques tropicales, los que poseen el 50 por ciento de las especies de flora del planeta.

No obstante su reducido número en comparación con otros países del continente, la flora chilena destaca por su altísimo grado de endemismo —2.698 especies, es decir, un 56,7 por ciento—, el cual está en estrecha relación con la insularidad que caracteriza a la zona central chilena, donde se encuentra la mayoría de las especies de flora, debido al ambiente más favorable. Se considera

* Biomasa: *peso total de la materia viva en un determinado lugar.*

** Endemismo: *alto número de especies propias, en este caso, sólo de Chile.*

Medicina herbal

El tratamiento de las enfermedades por medio de plantas se remonta en el tiempo. Los primeros orígenes registrados de su uso se encuentran entre los pueblos asiáticos, varios milenios antes de Cristo, y los encontramos, después, entre los hebreos y los fenicios. Posteriormente, las propiedades curativas de las plantas se difunden entre los griegos y, a través de éstos, al mundo occidental antiguo.

Los primeros estudios realizados en botánica y las primeras descripciones de plantas medicinales, aparecen en las obras de Hipócrates —600 a.C.—, Teofrasto —317-287 a.C.—, Galeno -201-121 a.C.-.

En la Edad Media, a pesar de un período de decadencia de la medicina, se elaboran los primeros catálogos de plantas medicinales según su actividad terapéutica. La herbolaria se constituye como una disciplina más en el siglo XVIII, concibiéndose como una ciencia del conocimiento, de la recolección y del expendio de las plantas medicinales.

Las plantas son, sin duda, un recurso abundante, sea cual sea la condición geográfica y climática. De acuerdo con estudios botánicos, en la India cada región, sea desértica, montañosa, boscosa o de valles, tiene algún tipo de flora cuyo valor medicinal es ya conocido. Una investigación en la tribu Karjat, conducida por la Academia de Desarrollo Científico de la India, ha revelado que en un área de sólo 277 km² existían 210 plantas medicinales. Sin embargo toda esta vital información está en vías de desaparecer sin quedar registro de ella a causa de la erosión gradual de las culturas tribales, en tanto que la comunidad científica continúa tratando esta materia si no con desdén, al menos con indiferencia.

Gran parte del saber sobre el uso de plantas medicinales ha sido transmitido oralmente por 'curanderos' o por doctores afechos a la medicina herbal. Muchos de ellos conservan estos conocimientos y tienden a preservar su divulgación. Además, a lo largo de los años, se ha indeterminado el valor de este tipo de medicina en la medida que su práctica se ha confundido con la superstición.

Su rol secundario en la medicina moderna se debe al desarrollo en profundidad de

otras disciplinas —farmacología, química farmacéutica— que derivan en la producción de medicamentos de síntesis.

Pero, en la actualidad, se evidencia una reaparición de la tendencia a utilizar las preparaciones a base de las hierbas tradicionales, al tiempo que se incrementa la inquietud por el uso descontrolado de remedios de síntesis. Por ello, organismos de salud pública han solicitado a la Organización Mundial de la Salud que se promueva la investigación sobre la utilidad de las plantas medicinales y que se colabore para un uso adecuado de este recurso.

Por otra parte, se ha comprobado que un número no despreciable de drogas descubiertas habían ya sido utilizadas por siglos en tribus primitivas; ejemplo de esto es la yerba denominada Rauwolfia, cuyos derivados han sido de gran utilidad en el tratamiento de enfermedades mentales.

Los 'etnobotánicos' —cientistas que se ocupan del uso humano de las plantas— ven en ellas, y los cultivos tribales, un bagaje de información de enorme valor. A su vez, circunstancias de muy variada naturaleza propician y hacen deseable un retorno a la práctica natural de plantas medicinales, tales como:

- El desarrollo de técnicas productivas y de conservación, que posibilitan el cultivo intensivo y generalizado de estas plantas, su mejoría desde el punto de vista genético y el progreso en los métodos de conservación —deshidratación y congelamiento— que permiten preservarlas prolongadamente.
- La comprobación, mediante investigaciones farmacológicas, de que el organismo humano tolera con dificultad los medicamentos no naturales, aun en dosis no tóxicas.
- La necesidad de disponer de métodos terapéuticos poco nocivos que eviten, eventualmente, el aumento de aquellas enfermedades provocadas por efectos secundarios de los medicamentos.

El interés en las investigaciones que se realizan a este respecto permite suponer que la fitoterapia —curación mediante hierbas— podría elevarse a la categoría de ciencia médica, obviando, naturalmente, las connotaciones mágicas que aún posee.



que en todo Chile, 394 especies de flora se encuentran amenazadas, lo que representa un 8,3 por ciento del total de especies presentes, un porcentaje mayor que los promedios de otros países templados que son del orden del 5 por ciento. Esto concuerda perfectamente con las ya citadas características insulares, pues la proporción de especies amenazadas es siempre mayor en las islas que en las masas continentales, las que no tienen barreras biogeográficas que frenen la dispersión de las especies. Aun si se eliminan del cálculo las 108 especies amenazadas que son endémicas de Juan Fernández, las 7 de San Félix y San Ambrosio y las 10 de Isla de Pascua, el porcentaje es de 5,8 por ciento, algo superior al promedio citado².

Vegetación

La vegetación es un nivel de organización superior al de la especie de flora. Está constituida por una comunidad o ecosistema que tiene caracteres propios y específicos que permiten diferenciarla. Las comunidades son el resultado de largos procesos evolutivos y son fundamentales para la mantención del equilibrio ecológico general y para la supervivencia y evolución de las especies individuales de flora y de fauna. En los esquemas vegetacionales de Chile se coincide en señalar la importancia de la influencia de dos gradientes ambientales, uno de ellos en sentido norte-sur, caracterizado por un descenso de la temperatura y aumento de la precipitación hacia las latitudes altas; y el otro en sentido este-oeste, con una gran variación altitudinal en una distancia promedio de 160 kilómetros desde el mar hasta las cumbres de la Cordillera de los Andes. "La influencia recíproca de ambos gradientes determina una geografía de ambientes variados, que se expresa en un paisaje constituido por un mosaico vegetacional, en el cual la existencia y forma de vida de las plantas están en relación directa con las posibilidades que otorga el medio. Esto se traduce en la presencia de comunidades vegetales que generalmente tienen una extensión territorial reducida, en que cada una de ellas demuestra un carácter y dinámica diferentes"³.

Se suele asignar la vegetación nativa chilena a 8 Regiones Ecológicas, subdivididas en 17 Subregiones, 84 Formaciones Vegetales y 219 Asociaciones⁴. En la medida que aumente el conocimiento sobre la vegetación, en especial con trabajos de terreno, será posible modificar y mejorar este sistema de clasificación.

Fauna

La fauna incluye a todas las especies pertenecientes al reino animal, tanto vertebrados —mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces— como invertebrados. En general, en la fauna terrestre chilena se observa el mismo fenómeno de insularidad que en la flora. Varios grupos comunes en otros países del continente, tales como los primates, perezosos y osos hormigueros, no existen en Chile; además, dentro de cada familia y género el número de especies presentes es inferior al existente en otros países sudamericanos. En el mar, en que no existe el mismo fenómeno, es posible encontrar casi el 50 por ciento de los cetáceos del suborden 'Misticetos' —ballenas de barbas— existentes en el hemisferio sur y una proporción también alta de los 'Odontocetos'—delfines y cachalotes—.

Se ha señalado la presencia en Chile de 88 mamíferos terrestres nativos, además de 28 especies de cetáceos y 6 especies de pinípedos. Las especies de aves citadas son 430. Los reptiles, aproximadamente 100, aunque la taxonomía* de esta clase en Chile no tiene aún una ordenación definida. Existen, además, unas 35 especies de anfibios, el grupo de vertebrados terrestres más afectados por las barreras que rodean a la zona central de Chile, ya que son sensibles a la sequía, a la alta salinidad y al frío, características del desierto, el océano y la cordillera, respectivamente.

En cuanto a la clase peces, existen dos situaciones distintas: peces de agua dulce y peces marinos. Los primeros son escasos en Chile debido a la reducida extensión y aislamiento de los sistemas hidrográficos que drenan desde los Andes hacia el Pacífico, y que dificulta la migración de especies, y también el proceso de formación de nuevas especies a partir de las preexistentes; se conocen algo más de 20 especies de agua dulce.

* Taxonomía: *clasificación de las especies*.

La situación de los peces marinos es diametralmente opuesta, pues el Océano Pacífico es el más grande la Tierra y las especies tienen la máxima posibilidad de desplazamiento. En el medio marino, las barreras no son físicas sino que térmicas o químicas. La Corriente de Humboldt no permite la existencia habitual de especies de aguas cálidas cerca de la costa, pero éstas existen en el mar patrimonial y en torno a las islas oceánicas. Se calcula que del total de 20.000 especies de peces que hay en el mundo, por lo menos mil existen en aguas chilenas. La investigación es todavía incompleta y cualquier campaña de colecta en aguas profundas o zonas cálidas entrega registros que son nuevos para Chile; por ejemplo, investigaciones recientes han entregado más de 20 nuevos registros, pese a que aún se está trabajando en la identificación del material⁵. La Isla de Pascua es una zona particularmente rica en diversidad de especies. Las aguas antárticas se caracterizan, a su vez, por una elevada biomasa total.

Los invertebrados son un grupo que, a nivel mundial, constituye la categoría de seres vivos más numerosa y peor conocida por la ciencia, debido al enorme número de especies, a su tendencia al endemismo que los hace tener distribuciones limitadas y al menor número de especialistas en relación a otras categorías taxonómicas. No existe ninguna estimación confiable que permita señalar el número de insectos chilenos, la categoría taxonómica más numerosa dentro de los invertebrados. Los invertebrados marinos son un poco más conocidos, especialmente por su valor económico potencial y su rango de distribución generalmente más extenso que el de las especies terrestres; su número se estima en 3.200, aunque esto debe considerarse como una cifra muy aproximada que proporciona, más bien, un orden de magnitud.

Geología

Esta categoría del patrimonio natural, a diferencia de las anteriores, está compuesta por elementos abióticos. La unidad fundamental es, en este caso, el sitio, es decir, un espacio geográfico de ciertas dimensiones y que contiene alguna característica de interés. Bajo la categoría de geología se incluyen también la geomorfología y la paleontología. Los sitios geológicos y geomorfológicos deben representar tanto períodos de la historia geológica —objetos o fenómenos—, como procesos ocurridos en el pasado o aun en acción: volcanismo, glaciación. Los sitios paleontológicos deben representar diferentes períodos y especies de fósiles.

Chile, debido a los fenómenos tectónicos, el volcanismo y a las recientes glaciaciones, posee una extraordinaria riqueza de sitios geológicos; por las mismas razones los sitios paleontológicos son relativamente escasos, ya que éstos existen con más frecuencia en depósitos sedimentarios, propios de regiones más estables desde el punto de vista geológico.

Si bien los sitios geológicos son, por regla general, mucho menos frágiles que los elementos biológicos, no por ello deben carecer de protección, ya que también son susceptibles de daño por explotación minera, obras públicas o degradación del paisaje.



Artificialización y patrimonio cultural chileno

Como se analiza en el Capítulo 'Ecosistema Terrestre', la población indígena indudablemente ejerció un fuerte impacto sobre la naturaleza en los sectores en que su densidad de población era mayor; por lo tanto, la idea de que el país era un ambiente prístino a la llegada de los españoles es errónea. Esto no debe hacer olvidar, en todo caso, que tampoco existía una ruptura tan violenta del equilibrio ecológico como la que puede apreciarse en la actualidad.

Debido a la baja productividad de las técnicas agropecuarias, tanto de los habitantes indígenas como de los conquistadores españoles, sólo era conveniente utilizar aquellos terrenos que tenían una alta capacidad de producción biológica, los que por esta misma razón muestran, también, una mayor capacidad de regeneración cuando cesa la intervención humana. A modo de ejemplo, hay que señalar que muchos terrenos que, de acuerdo a las crónicas del siglo XVI, eran dedicados a la agricultura por los indígenas en el Valle Central, fueron abandonados durante la guerra con los españoles, transformándose rápidamente en espesos bosques.

A principios del siglo pasado comienzan a introducirse nuevas tecnologías, tanto en el agro como en la explotación de minerales, con lo cual la intervención humana, ya sea expresada en quema de bosques para habilitar cultivos o en explotación de leña para fundiciones, se expande hacia terrenos mucho más frágiles, los cuales carecían de la capacidad de regeneración que tenían las tierras más fértiles. De este modo se destruyeron los bosques de la Cordillera de la Costa, entre los ríos Maipo e Itata, para dar paso a una efímera exportación de trigo y a una duradera pobreza a causa de la erosión de los suelos. También en la misma época se destruyó la cobertura vegetal de la provincia de Coquimbo para alimentar los hornos de fundición, a tal grado que, hacia 1850, éstos deben ser abastecidos con carbón importado ante el agotamiento de la vegetación leñosa. El otro ejemplo clásico de deterioro grave de tierras frágiles es el de Aysen, cuya colonización espontánea comenzó recién a comienzos de este siglo y fue acelerada por acción del gobierno a fines de la década de 1920.

Las especies más afectadas fueron aquellas que estaban adaptadas exclusivamente a terrenos planos de fondo de valles, dedicados a la agricultura durante siglos. Es probable que varias especies de flora se hayan extinguido incluso antes de ser conocidas por la ciencia, tanto en los oasis del norte como en la zona de los Valles Transversales.

Sin embargo, pese a la destrucción expresada en erosión, embancamiento de ríos y desaparición o degradación de muchas comunidades vegetales, muy pocas especies chilenas, sea de plantas o de animales, han sido extinguidas, si bien una gran cantidad de especies están reducidas, en la actualidad, a pequeños remanentes aislados. Si no hay una acción efectiva, muchas especies podrían extinguirse, perdiéndose un patrimonio natural irremplazable.



Desarrollo histórico

La belleza de los bosques de araucaria o pinos de la Cordillera de la Costa y de la Cordillera de los Andes, verdadera reproducción de un paisaje del Terciario, debe haber despertado una gran admiración a los españoles, pues ya en el siglo XVIII decretaban su protección como 'montes del rey'. La disposición prohibía la corta de esta especie "en las tierras de los pinos en el Reino de Chile" y dejaba su uso reservado a la necesidad de la Armada Hispana.

Es ésta, quizás, la primera referencia histórica registrada de un área silvestre reservada en Chile.

Con posterioridad, el 13 de julio de 1872 —el mismo año de la creación del Parque Nacional Yellowstone en Estados Unidos— encontramos otra referencia a la conservación de áreas silvestres en Chile. En esa fecha, la enorme destrucción de los bosques que había venido ocurriendo en el país hizo dictar al legislador la primera ley de protección de bosques. Esa ley, en el artículo 3º, autorizaba al Presidente de la República para prohibir "el corte de los árboles en los cerros hasta la altura que evita la destrucción del terreno vegetal".

Mediante Decreto Supremo del 16 de enero de 1879 se estableció una zona de reservas de bosques de 10 km de ancho a lo largo de toda la vertiente andina occidental de las entonces provincias de Arauco, Valdivia y Llanquihue y el Departamento de Angol; también se reservaba un área con un radio de 1 km en torno a las mayores alturas de la Cordillera de la Costa. La poca definición en terreno de los límites de estas reservas las transformó en una medida poco efectiva.

Un paso decisivo en el establecimiento legal y real de áreas silvestres protegidas en Chile, lo constituyó la creación en 1907 de la 'Reserva Forestal Malleco', primera unidad territorial con límites claros y definidos y administrada por personal residente encargado de dicha función. Posteriormente, en el año 1912, fue creada la 'Reserva Forestal Villarrica'; también en el mismo año, las reservas de 'Alto Bío-Bío', en Cautín, y 'Llanquihue', en la provincia del mismo nombre.

Trece años más tarde, Chile se convierte en uno de los primeros países de Latinoamérica en establecer oficialmente un Parque Nacional creando el 21 de junio de 1925 el 'Parque Nacional Benjamín Vicuña Mackenna', en la provincia de Cautín. Este primer Parque Nacional chileno tuvo corta duración, pues cuatro años más tarde fue desafectado. Pero ya la idea de reservar áreas naturales con fines conservacionistas y de uso público se asentó en la mente de algunos ciudadanos chilenos con gran visión del futuro, y un año más tarde, el 17 de julio de 1926, se estableció el 'Parque Nacional Vicente Pérez Rosales', con una superficie inicial de 135.000 has, en la cordillera andina de la provincia de Llanquihue.

A partir de este importante hito se desarrolla progresivamente el movimiento conservacionista en nuestro territorio con la creación de nuevos parques nacionales y reservas forestales. Entre los años 1935 y 1945 se crean doce parques nacionales, algunos de los cuales son las más importantes unidades del actual sistema de Chile —'Rapa Nui' y 'Juan Fernández'—. Asimismo, en esos diez años se dio un fuerte impulso a la creación de reservas forestales, con la incorporación de siete unidades, las que en conjunto suman alrededor de un millón de hectáreas.

Nuevamente se produce a continuación un período de poca actividad pues, en el decenio siguiente, solamente son decretados cuatro parques nacionales y dos reservas forestales.

Un fuerte cambio de actividad se produce entre 1958 y 1969, período en que se crean veinticuatro parques nacionales y veintidós reservas forestales. Destaca en este período el año 1967, en que se destinan quince áreas a parques nacionales y siete a reservas forestales, momento en el cual el gobierno de Chile ratifica los acuerdos de la 'Convención de Washington', de 1940, sobre la 'Protección de la Flora, Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América'.

Es posible reconocer un último período, a partir de 1970 hasta hoy, el que en su primera etapa presenta un activo proceso de adición de áreas protegidas —1970-1974— con la creación de doce Parques Nacionales y tres Reservas Forestales, y en una segunda etapa se fusionan varios grupos de unidades entre sí; por ejemplo los Parques Nacionales 'Talinay', 'Fray Jorge' y 'Punta del Viento' se unen bajo el nombre de 'Fray Jorge'; la 'Reserva Forestal Taitao' se une en parte con el 'Parque Nacional Laguna San Rafael' y en parte con la 'Reserva Guaytecas' y se desafectan algunas unidades o parte de ellas sin afectar significativamente la superficie del sistema.

En el período 1958-1974, caracterizado por una activa adición de nuevos terrenos al sistema,

éstos se concentraron preferentemente en el extremo sur del país, y se protegieron los suelos frágiles del sector de los canales, extremadamente susceptibles de sufrir degradación por acción humana.

Categorías de áreas silvestres protegidas existentes en la legislación chilena

A nivel mundial existen más de cien diferentes denominaciones para designar distintos tipos de áreas silvestres protegidas. Algunas de ellas se han generalizado, como es el caso de los Parques Nacionales, que aparecen en la legislación de gran número de países con una definición semejante, mientras que otros responden a situaciones locales y no tienen una equivalencia en el resto del mundo. En la última década, han surgido varias categorías, basadas en tratados internacionales, las que lógicamente tienen una definición común en todos los países que suscriben los tratados respectivos.

A continuación se reseña brevemente las categorías principales existentes en Chile, de acuerdo a la legislación vigente del 3 de julio de 1984*

Parque Nacional

La definición legal vigente corresponde a la acordada en la 'Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América', conocida como la 'Convención de Washington', aprobada en 1940 y ratificada por Chile sólo en 1967. La Convención señala que los Parques Nacionales son: "Las regiones establecidas para la protección y conservación de las bellezas escénicas naturales y de la fauna de importancia nacional, de las que el público pueda disfrutar mejor al ser puestas bajo vigilancia oficial".

Esta definición data de hace casi medio siglo. Pero la evolución de los conocimientos ha llevado a una nueva definición técnica aún no sancionada legalmente. Dicha definición señala que Parque Nacional es un área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes representativos de la diversidad ecológica del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de auto perpetuarse, en que las especies de flora o fauna y las formaciones geológicas son de especial interés educativo, científico o recreativo.

Los objetivos de esta categoría de manejo son la preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos, la continuidad de los procesos evolutivos y, en la medida que sea compatible con lo anterior, la realización de actividades de educación, investigación o recreación. La 'Convención de Washington' impone que los Parques Nacionales no se explotarán con fines comerciales. Prescribe, además, que los gobiernos prohibirán "la caza, matanza y la captura de especímenes de la fauna y la destrucción y recolección de ejemplares de la flora de los Parques Nacionales excepto cuando se haga por las autoridades del parque o por orden o bajo vigilancia de las mismas, o para investigaciones científicas debidamente autorizadas".

En la actualidad, existen en Chile 28 Parques Nacionales —8 de ellos en trámite legislativo para realizar ajustes de límites— con una superficie total de 8.238.410 hectáreas. Desde el punto de vista técnico, es la categoría de manejo sobre la que existe mayor experiencia y claridad de conceptos.

Reserva Nacional

También este concepto emana jurídicamente de la 'Convención de Washington', que la define como "las regiones establecidas para la conservación y utilización bajo vigilancia oficial, de las rique-

* *Para mayores antecedentes sobre estas categorías y sus aspectos jurídicos, referirse a los Capítulos 'Derecho' y 'Dimensión Internacional'.*

zas culturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creadas estas reservas".

Esta definición se ha actualizado con el objeto de ajustarla mejor a la realidad de las áreas que se pretende manejar bajo este concepto en Chile. De acuerdo a la concepción actual, una Reserva Nacional es un área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación, por su importancia relevante o en resguardo del bienestar de la comunidad.

Son objetivos de las Reservas Nacionales la protección del recurso suelo, la protección de especies amenazadas, de fauna o flora silvestre, la mantención o mejoramiento de la producción hídrica y el desarrollo y aplicación de tecnologías de aprovechamiento óptimo de flora y fauna. La más antigua categoría de 'Área Protegida' en Chile, la Reserva Forestal*, resulta incluida dentro de la definición anterior.

En la actualidad se está tendiendo a refundir legalmente la categoría de Reserva Forestal con la Reserva Nacional, la cual engloba las actividades forestales junto a otros objetivos más amplios. De hecho, el término Reserva Forestal induce a error, pues los bosques casi no existen en ellas, predominando ampliamente los matorrales, turberas y terrenos de altura desprovistos de vegetación. Actualmente, existen 32 Reservas Nacionales y Forestales, con una superficie de 5.050.185 hectáreas.

Monumento Natural

Es otra categoría de manejo de áreas silvestres que fue establecida en la 'Convención de Washington'. Se define como "las regiones, los objetos o las especies vivas de animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta, excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas o inspecciones gubernamentales".

Se considera que un Monumento Natural es un área generalmente reducida, caracterizada por la presencia de especies de flora o fauna nativa, sitios geológicos, o lugares de rasgos sobresalientes, que sean relevantes desde el punto de vista escénico, cultural o científico. Su objetivo es la preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos y, en la medida en que sea compatible con lo anterior, la realización de actividades de educación, investigación o recreación.

Su manejo es muy semejante al de los Parques Nacionales, pues la diferencia principal reside en que los parques requieren una diversidad de ambientes, en tanto que un solo elemento natural de gran interés basta para justificar un Monumento Natural. La superficie total de las 6 unidades chilenas de esta categoría es de 11.911 hectáreas.

Santuarios de la Naturaleza

Esta categoría deriva su base legal de la Ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales⁶, la que en su artículo 31 señala:

"Son santuarios de la naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado". Creado un Santuario de la Naturaleza no se puede "iniciar en él trabajos de construcción o excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural" sin previa autorización del Consejo de Monumentos Nacionales.

- *Las Reservas de Bosques se asimilan en la práctica a Reserva Forestal.*

La Convención del Patrimonio Mundial

El término 'Patrimonio' —así empleado en la Convención— es una imprecisa traducción de la palabra inglesa 'Heritage', pero que expresa la connotación de herencia, en particular de aquellos valores que pueden y deben ser disfrutados y vigilados por las actuales y futuras generaciones. Existen tratados internacionales —jurídicamente denominados Convenciones— preocupados de la protección de aspectos relevantes del Patrimonio Natural. Destaca, en particular, la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural promovido por la UNESCO.

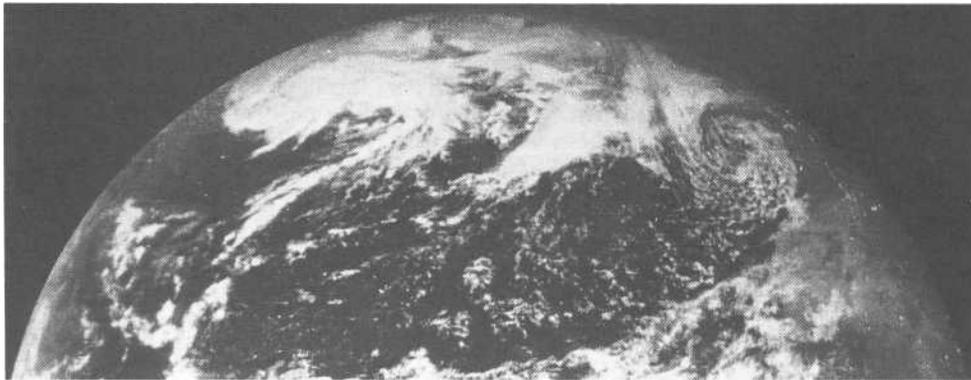
Un área de Patrimonio Mundial es aquel lugar seleccionado y destacado por su implícito 'valor universal excepcional'. En este sentido, es evidente que un país suele tener pocos sitios con estas características, en tanto que muchas naciones suelen no tener ninguno. En consecuencia, la Convención se ocupa de las áreas de carácter sobresaliente, y en esta medida es esencialmente complementarla y no sustitutiva de aquellas disposiciones que deben adoptarse para establecer, en los distintos países, los sistemas de Áreas Protegidas que conforman los ambientes naturales propios de cada país. Debido al carácter único e irremplazable de estos bienes excepcionales, su desaparición constituye una pérdida o menoscabo no sólo para el país en que están ubicados, sino que para todos los pueblos del mundo. Considerando que muchas veces su protección excede a las capacidades existentes a escala nacional por la magnitud de los medios técnicos, científicos y financieros requeridos, UNESCO, a través de la 'Convención del Patrimonio Mundial', ha procedido a establecer un marco permanente y definido para promover la coopera-

ción internacional en los aspectos financiero y técnico que corresponden.

Actualmente integran la mención de Patrimonio Mundial áreas tan significativas como el Gran Cañón del Colorado —EE.UU.—, el Parque Nacional Sagarmatha —Nepal—, incluyéndose el Monte Everest. Entre los Sitios Culturales se encuentran el Palacio y los Jardines de Versalles y las Pirámides Egipcias. En América Latina se denominan Patrimonio Mundial, entre otros, el Parque Nacional Tikal —Guatemala—, el centro antiguo de Quito —Ecuador—, el Parque Nacional Los Glaciares —Argentina—, las fortificaciones de la costa del Caribe en Panamá, y el Palacio de Sans-Souci —Haití.

La administración de los bienes permanece completamente en manos del respectivo país, sin intervención de UNESCO, por cuanto ninguno de los países antes citados aceptaría ceder parte de su soberanía, particularmente cuando se trata de sitios de gran significación histórica o natural, que contribuyen, además, a sustentar la identidad de las respectivas naciones. Sólo en virtud de un pedido expreso de cooperación por parte del país propietario del bien se presta asistencia técnica o financiera, sea directamente por UNESCO, o en forma bilateral, coordinada a través de UNESCO.

La definición de áreas de esta naturaleza compromete la atención pública hacia lugares cuya importancia no siempre es percibida localmente. De este modo se moviliza la capacidad interna del país para presentar su herencia natural e histórica, evitando aquellas acciones, tanto públicas como privadas, que pudiesen, por inadvertencia, provocar daño o deterioro.



Los Santuarios son establecidos por el Consejo de Monumentos Nacionales, entidad que, desafortunadamente, carece de estructura territorial necesaria para ejercer una administración activa de las unidades una vez que éstas son creadas. Por este motivo, la mayoría de los santuarios no tienen reglamentación de uso, personal de vigilancia ni planes de manejo, excepto tres de estas unidades, las que son manejadas por la Corporación Nacional Forestal. Vale la pena mencionar que la base jurídica de esta categoría es la única que hace mención explícita a los sitios marinos.

Áreas de Protección

Se establecen en virtud del artículo 56 de la Ley 15.020⁷, la que autoriza al Presidente de la República para prohibir o restringir la corta de vegetación leñosa en determinados sectores del país. Se han establecido 31 áreas de protección, en sectores en los cuales se ha considerado de interés proteger especies arbóreas amenazadas de extinción, proteger la integridad de riberas de ríos y lagos y defender la calidad escénica de paisajes que proporcionen el atractivo turístico de ciertos sectores de nuestro territorio, generando una actividad económica en zonas normalmente deprimidas. Estas áreas se establecen en terrenos fiscales o particulares. La vigilancia del cumplimiento de sus disposiciones corresponde a la Corporación Nacional Forestal y al Servicio Agrícola y Ganadero.

Sitios del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural

Son áreas naturales o culturales de importancia excepcional. Se consideran patrimonio natural "los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico; las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas, que tengan un valor universal desde el punto de vista estético o científico y los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural". Chile aún no propone ninguna unidad para ser integrado a esta categoría.

Zonas Húmedas de Importancia Nacional

Se insertan en la 'Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional', especialmente como hábitat de aves acuáticas. Incluye áreas que por sus funciones ecológicas, se consideran reguladoras de los regímenes de aguas y como regiones que favorecen la conservación de una flora y de una fauna características. Su objetivo es velar por su preservación y adoptar medidas para la protección de las aves acuáticas que las habitan o para las migratorias que las ocupan temporalmente. En Chile, estaría dentro de esta categoría el 'Santuario de la Naturaleza Río Cruces'. Sin embargo, no existen normas de manejo que guíen la administración de estas áreas.

Reservas de la Biosfera

Son unidades destinadas a promover, por una parte, la conservación del material genético de las especies de flora y fauna y, por otra, la investigación para lograr una adecuada relación entre el hombre y los ecosistemas que lo sustentan; las Reservas de la Biosfera son parte del programa sobre 'El Hombre y la Biosfera' que desarrolla UNESCO. Existen 6 en nuestro país, sus límites coinciden con Parques Nacionales, Reservas Nacionales o Monumentos Naturales preexistentes. La integración a una categoría internacional enfatiza su valor para la investigación ecológica, además de acentuar su importancia, frecuentemente olvidada por los propios chilenos. La Corporación Nacional Forestal ha propuesto la creación de otras 7 Reservas de la Biosfera con el fin de tener en ellas una representación de todas aquellas provincias biogeográficas terrestres en las cuales hay conflictos en la relación entre los seres humanos y la biosfera que los sustenta.

Áreas de Especial Interés Científico

Se crean en virtud de las disposiciones del Tratado Antártico, a proposición de los Estados parte de esta Convención. Una información más amplia se desarrolla en el Capítulo 'Dimensión Internacional'.

Otras Categorías de Manejo

Además de las nueve categorías mencionadas, la legislación chilena contempla otros tipos de unidades, las que han alcanzado menor difusión o no se han aplicado debido a su semejanza con otras categorías, y al alcance restringido de sus disposiciones y, en general, a razones de distinta índole. Estas categorías son:

- **Reservas de Regiones Vírgenes.** Se superpone con la concepción moderna de Parque Nacional y Monumento Natural. Prácticamente todos los terrenos que podrían incluirse en esta categoría ya son Parques o Monumentos. Tanto en el Norte como en la Zona Central de Chile no existen tierra ni litorales que pudieran considerarse 'vírgenes', susceptibles de integrarse a esta categoría sin desvirtuarla, debido a haber sufrido procesos de artificialización. En la práctica, la experiencia y la evolución de los conceptos técnicos han dejado obsoleta esta categoría, y ningún país firmante de la Convención de Washington los ha establecido. Esta categoría es definida como "una región administrada, por los poderes públicos, donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones con ausencia de caminos para el tráfico de motores o vedada a toda explotación comercial".
- **Distritos de Conservación de Suelos, Bosques y Aguas.** Concepto tomado de la legislación norteamericana orientada hacia la protección de suelos erosionados o en peligro de erosión. No existen normas complementarias que obliguen a los agricultores a llevar a cabo las acciones propuestas y la adhesión voluntaria requeriría seguramente de incentivos monetarios que no se han establecido. En Chile no se han creado 'Distritos', seguramente por causa de estas dificultades operacionales.
- **Lugares de Interés Científico.** Para efectuar labores mineras en áreas declaradas bajo esta categoría se requiere una autorización expresa otorgada por Decreto Supremo.
- **Parque Nacional de Turismo.** Asimilado a Parque Nacional. El objetivo básico de estas unidades es la preservación de especies y ambientes naturales, siendo la recreación y el turismo objetivos subordinados.
- **Reservas Genéticas.** Constituyen áreas ubicadas en aguas marinas o continentales, en las cuales se establecen limitaciones en cuanto a las especies o métodos de captura de recursos hidrobiológicos.

Proyección futura

La palabra 'Sistema' implica un conjunto de unidades cuya función es coordinada por una red de información. Los Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales constituyen las unidades de este sistema, pero para su funcionamiento exitoso se requiere una base jurídica, recursos humanos debidamente entrenados, una institución que asuma la responsabilidad del manejo de recursos financieros y planes y programas basados en antecedentes científicos válidos. Todo esto constituye la red que al enlazar y coordinar a las unidades hace posible que el sistema cumpla sus objetivos en beneficio del país. Este sistema no opera en el vacío sino que está inserto en el medio social y requiere ser aceptado y apoyado por la comunidad nacional para tener éxito. La idea de preservar ambientes a través de este sistema requiere de un mínimo de consenso social, dada la imposibilidad de controlar las acciones de los visitantes de estas unidades.

La legislación es un elemento adicional muy importante en la red que enlaza estas unidades; las leyes chilenas que rigen hasta el presente han sido calificadas como obsoletas, incompletas y contradictorias. Sin embargo, y pese a sus evidentes defectos, ha permitido configurar un sistema de protección para una cantidad apreciable de suelos frágiles, para un número importante de especies de flora y de fauna. No obstante, es urgente la actualización de las disposiciones legales —ley que se encuentra en trámite en las comisiones legislativas*— con el fin de fijar objetivos claros para el sistema en su conjunto, y para cada categoría de manejo en particular, y con el objetivo de dictar normas de administración y de tuición de las unidades, consignando su estabilidad en el tiempo.

Los resultados positivos del sistema son atribuibles en medida relevante al conjunto de políticas de carácter técnico y de planes de manejo que se constituyeron en guías de acción. Los primeros planes de manejo fueron realizados hace ya 15 años, siendo pioneros en América Latina. En 1975, se efectuó el primer estudio sistemático del conjunto de Parques Nacionales chilenos, con el objetivo de detectar unidades mal clasificadas, siendo el primer trabajo de este tipo realizado en Latinoamérica.

Es de destacar la labor de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), que administra los Parques Nacionales, los Monumentos Naturales y las Reservas Forestales y Nacionales, mediante equipos técnicos tanto centralizados como regionalizados, y a través de personal de guardia en terreno para aquellas unidades que requieren de un control permanente y de atención a los visitantes.

En Chile existen actualmente 66 Áreas Silvestres Protegidas del Estado, 28 Parques Nacionales, 32 Reservas Nacionales y Forestales y 6 Monumentos Naturales. Sin embargo, el sólo número de unidades protegidas no es un buen indicador de la eficiencia del sistema para cumplir sus objetivos de creación, ya que las unidades difieren fuertemente en superficie, desde las 25 has del 'Monumento Natural Laguna de los Cisnes' hasta las 3.535.000 has del 'Parque Nacional Bernardo O'Higgins'. La superficie total protegida, 13 millones de has, es un mejor indicador, pero aun así no señala adecuadamente el grado de cobertura de la diversidad ecológica del país, sino más bien indica hasta qué punto ha avanzado la protección de sectores ecológicamente frágiles.

Analizado desde el punto de vista de la evolución de su extensión territorial, el sistema experimenta un lento crecimiento desde 1907 hasta fines de la década del 50; entre los años 58 y 59 casi duplica su superficie alcanzando los 4 millones de hectáreas, en la década siguiente la superficie se triplica superando los doce millones de hectáreas, a continuación aumenta en algo más de un millón de hectáreas en 1974, manteniendo hasta el presente una superficie más o menos constante, con leves fluctuaciones provenientes de diferentes ajustes de límites, establecimiento de nuevas áreas y desafectación de otras.

El sistema presta protección a un alto porcentaje de los suelos más frágiles de nuestro país como son las turberas y matorrales de los archipiélagos y penínsulas australes. En este sentido es uno de los mejores de América Latina.

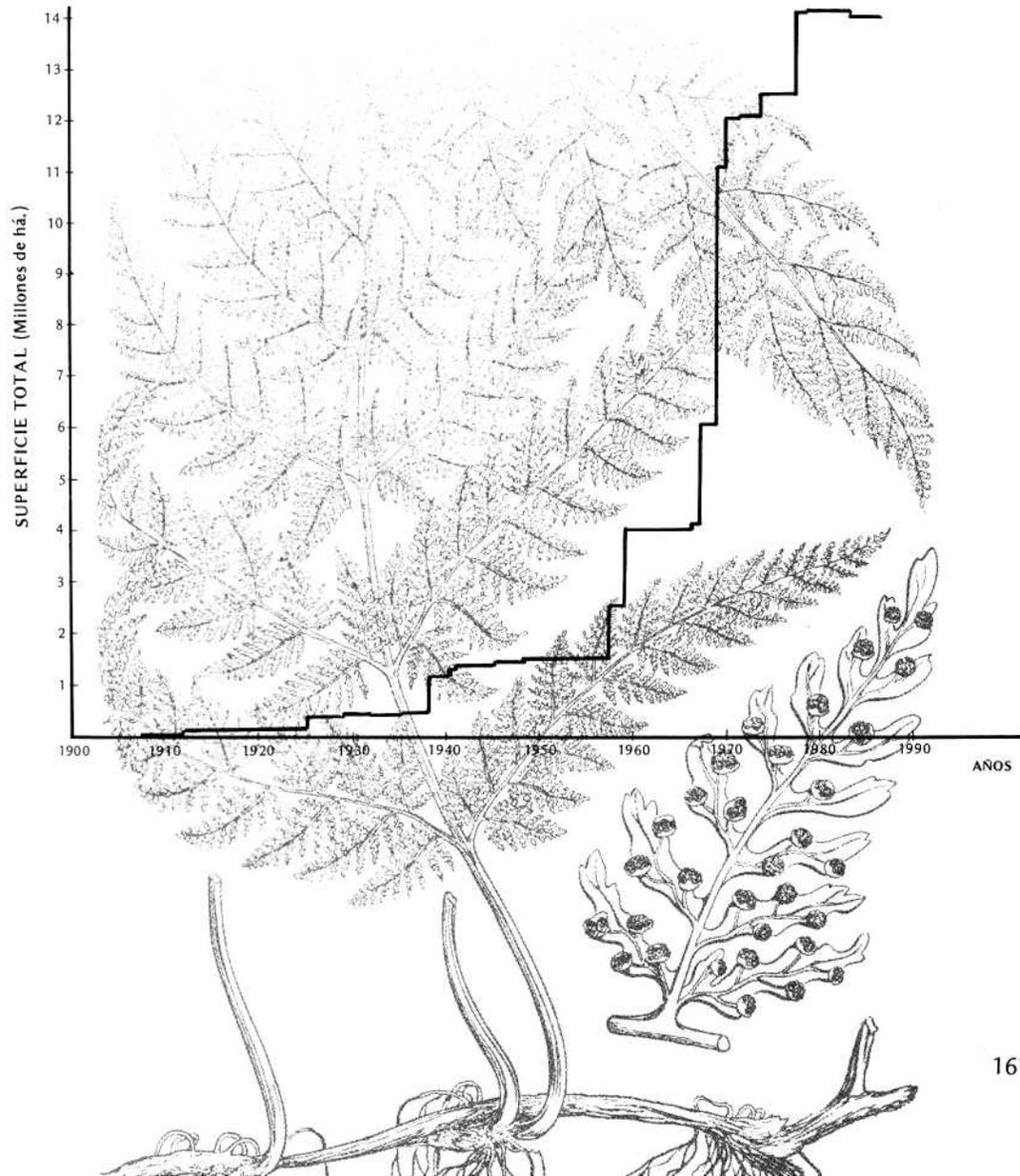
Sin embargo se ha señalado que uno de los objetivos fundamentales de un sistema de áreas silvestres protegidas es el de preservar el patrimonio natural, en el que destaca la importancia de las comunidades y especies de flora y de fauna. Puede parecer paradójico que en este importante aspecto la evaluación de la efectividad y representatividad del sistema sea menos precisa que en lo que respecta a objetivos de menor jerarquía, a veces, incluso, accesorios. La explicación de esta aparente paradoja es que para cualquier evaluación es necesario conocer la situación base a partir de la cual se compara, pero ningún país en el mundo tiene un conocimiento completo acerca de las características y ubicación geográfica de los elementos que integran su patrimonio natural. No es razonable pretender que las áreas silvestres sólo puedan crearse después de conocer en detalle el patrimonio natural de un país, porque ya sería demasiado tarde para evitar pérdidas irreparables; por esta razón su establecimiento tiene siempre un carácter preventivo. A medida que un sistema va alcanzando su madurez se hace necesario reunir cada vez datos más precisos de inventarios biológicos y ecológicos, con el fin de cubrir los vacíos que pudiesen existir.

Chile se encuentra actualmente enfrentando dicho problema. Los Parques Nacionales y otras áreas protegidas que se están estableciendo y que se establezcan en el futuro se basan sobre datos concre-

* Ver Capítulo 'Derecho'.

tos y están orientados a mejorar la cobertura del sistema. Así tenemos que en fechas recientes se ha establecido la Reserva Nacional 'Los Ruiles' que ha incluido dentro de sus límites a un porcentaje significativo de los ejemplares sobrevivientes de ruil —*Nothofagus alessandrii*—, especie de gran interés filogenético, que, sin duda, es el más amenazado de los representantes de este género, de gran importancia ecológica y económica en nuestro país. Los proyectos prioritarios que se encuentran en estudio están localizados en las regiones de Antofagasta y Atacama, en aquellos lugares que tienen la máxima diversidad de especies de flora o son sitios de concentración de especie de fauna propias de esas regiones.

Gráfico 4.1. SUPERFICIE ACUMULADA DE PARQUES NACIONALES RESERVAS FORESTALES Y NACIONALES Y MONUMENTOS NATURALES



CATEGORIAS DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS EXISTENTES EN LA LEGISLACION CHILENA

Categoría	Fuente Legal	Entidad encargada de administración o vigilancia	Existencia de personal residente e infraestructura para la protección y vigilancia*	Número de unidades
Parque Nacional (incluye P.N. de Turismo).	Ley de Bosques Convención Washington (D.S. 531 - 1967, R.R.EE.) D.L. 1939	CONAF	SI	28
Reserva Nacional (incluye Reservas Forestales y Reservas de Bosques)	Ley de Bosques Convención de Washington (D.S. 531 - 1967, R.R.EE.) D.L. 1939	CONAF	SI	32
Monumento Natural	Convención de Washington (D.S. 531 - 1967, R.R.EE.)	CONAF	SI	6
Area Protección	Ley 15.020, art. 56	CONAF y SAG	En algunas Areas CONAF ha establecido personal de vigilancia residente e infraestructura administrativa	31
Santuario de la Naturaleza	Ley 17.288, art 31	Consejo Monumentos Nacionales	No hay. Tres Santuarios son administrados por CONAF, siendo los únicos que tienen personal e infraestructura de protección	15
Sitio del Patrimonio Mundial	Convención del Patrimonio Mundial, Natural y Cultural (D.S. 259 - 1980, R.R.EE.)	Se supone que serían las instituciones que administran los bienes respectivos de acuerdo a la legislación nacional	No hay	No hay

Reserva de la Biósfera	(D.S. 420 - 1979, RR.EE.)	Se designa en cada caso; todas las existentes en la actualidad son administradas por CONAF	Sí, guardas de CONAF en todas las Reservas de la Biósfera existentes en la actualidad	6
Zona húmeda de importancia internacional	Convención sobre los Humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas (D.S. 771 - 1981, RR.EE.)	No hay	No hay	
Zona de especial interés científico	Tratado Antártico (D.S. 361 - 1961, RR.EE.)	No hay	No hay	
Reserva Nacional de Caza	Art. 4º, D.S. 4844 - 1929 Ministerio de Fomento, que reglamenta la Ley de Caza	No hay	No hay	No hay**
Distrito de Conservación de Suelos, Bosques y Aguas	Ley 15.020, Art. 55	Servicio Agrícola y Ganadero	No hay	No hay
Reserva Genética	Art. 18, D.F.L. 34/31	Subsecretaría de Pesca	No hay	3
Reserva de Región Virgen	Convención de Washington (D.S. 531 - 1967, RR.EE.)	No se ha designado	No hay	No hay**
Lugar de interés científico	Código de Minería	No hay	No hay	8

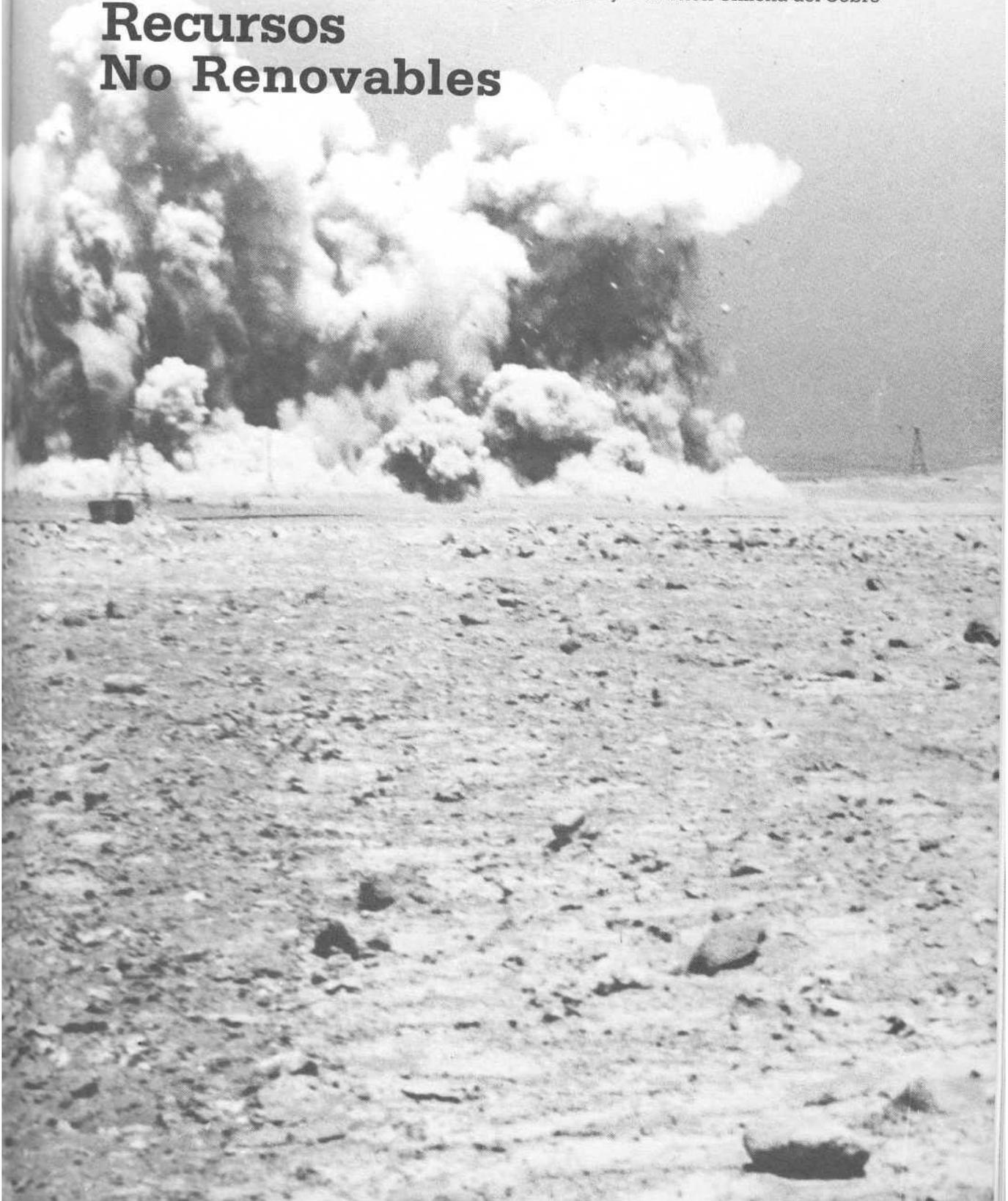
* La inexistencia de personal residente no significa necesariamente la inoperancia de la categoría, pero proporciona un índice sobre la efectividad de ella. Cualquier particular interesado puede denunciar transgresiones a las normas respectivas, pero el personal residente puede descubrirlas en forma oportuna y especialmente prevenirlas por su sola presencia.

** Algunos autores interpretan la existencia implícita de 5 Reservas de Caza que serían los Parques Nacionales y Reservas Forestales creadas antes de 1929. También un Parque Nacional y parte de otro serían Reservas de Reglones Vírgenes según la redacción de los decretos de creación.

CAPITULO 5

José Corvalán y Comisión Chilena del Cobre

Recursos No Renovables



Recursos No Renovables

En una de sus numerosas acepciones, la palabra recurso significa un bien, un medio de vida, un medio de subsistencia. Recurso natural es aquello que está en el medio natural, que el hombre encuentra y lo utiliza para su bienestar. En muy numerosos casos el recurso se conoce porque la naturaleza lo exhibe y lo ofrece directamente para su aprovechamiento, debiendo, entonces, ser evaluado adecuadamente considerando su producción, proceso y uso, ya sea inmediato o a futuro. Estos recursos se encuentran en el mar, en la atmósfera y en la corteza sólida de la tierra, que comprende los continentes y los fondos oceánicos. Su uso, extracción y aprovechamiento dependerán de lo que el hombre, en una etapa particular de desarrollo industrial, económico y cultural de la región, considere de especial valor o importancia para su bienestar. Esto hace que la posibilidad de uso efectivo de esos elementos o condiciones que ofrece el medio definan el recurso natural, y es obvio también que la valorización que se haga de los recursos naturales en los países en desarrollo podrá ser diferente de aquella que se hace en los países desarrollados.

La naturaleza ofrece dos clases principales de recursos, todos los cuales pueden ser localizados y explotados usando distintas metodologías y tecnologías:

Recursos Renovables. La primera clase de recursos es la que llamamos recursos renovables, cuya explotación y uso el hombre puede controlar y planificar de acuerdo con sus necesidades. Los bosques, la pesca y, en general, la flora y la fauna, son elementos que actúan ordenada y sistemáticamente en el medio natural y en éste está inserto el hombre, recurso renovable inteligente que, por beneficiarse de algunos recursos que usa inadecuada o indiscriminadamente, puede llegar a ocasionar la destrucción de otros.

Recursos No Renovables. Incluirían todos aquellos productos que se pueden extraer del medio en que se encuentran y que se pueden procesar, usar o vender para atender las necesidades del hombre, como son, por ejemplo, las sustancias minerales, el carbón, el gas y el petróleo. Su parti-

cularidad es que éstos tienen una disponibilidad limitada. Su formación ha requerido la actuación de diversos procesos naturales durante millones de años; una vez extraídos, no vuelven a generarse y posiblemente no se generarán en varios millones de años más. Por esto es que se les considera como recursos no renovables y su uso debe ser racional.

Con esta misma implicación temporal también podríamos considerar como recurso no renovable al ambiente natural que nos rodea y que nos ofrece una variedad de condiciones que el hombre aprovecha para su bienestar y que debe por todos los medios preservar. El paisaje de la montaña, los extensos valles y planicies con suelos fértiles, las playas de arenas, saltos de agua y cataratas, áreas de esparcimiento y ocupación poblacional, han sido modelados por procesos naturales que han estado operando en el pasado geológico y que escapan al control del hombre. Si éste no lucha contra su deterioro, posiblemente no tendrá la oportunidad de beneficiarse de ellos nunca más.

Los recursos no renovables en general, y muy particularmente los recursos minerales, existen porque son el resultado directo de procesos geológicos —algunos de los cuales todavía no son bien entendidos o explicados— que han estado operando por millones de años mientras se ha estado construyendo la corteza terrestre. Y diferentes procesos se han desarrollado en diferentes ambientes paleogeográficos en distintas épocas, lo que ha condicionado la individualización de regiones con características propias en cuanto a recursos minerales. Así, por ejemplo, en nuestro continente existen extensos yacimientos de hierro, pero éstos se concentran principalmente en las regiones donde existen las rocas más antiguas — precámbricas—, es decir, en regiones como las de Brasil y Guayana. Allí existen las llamadas 'formaciones ferríferas', que se habrían originado bajo condiciones volcánicas, oceánicas y atmosféricas particulares y favorables para este tipo de mineralización. En Chile se encuentran formaciones ferríferas similares en la Cordillera de Nahuelbuta, pero su importancia no se puede comparar a las de Brasil. En cambio, existen otros tipos de yacimientos de hierro en el país asociados a rocas volcánicas e intrusivas mucho más jóvenes, y que son característicos de las zonas mineralizadas de la región andina. Lo mismo puede decirse del cobre, del cual Chile es la primera potencia en Latinoamérica y probablemente en el mundo. Este metal se extrae de los importantes yacimientos llamados de 'pórfido cuprífero' como son Chuquibambilla, El Teniente, Andina, El Salvador, etc. Este tipo de yacimientos no existe en las regiones norte y este de Sudamérica, sino que se concentra en el Cordón Andino, que es resultado de una evolución geológica diferente.

La distribución e importancia de los recursos minerales, entonces, no es al azar; ellas están controladas muy directamente por la geología y estructura de la región; el tipo de mineral presente y su localización dependen, fundamentalmente de su evolución geológica. Esto es lo que sucede con todos los recursos no renovables.

Nuestro país es poseedor de importantes recursos minerales; este sector ha sido el principal exportador y, consecuentemente, el mayor proveedor de ingresos sobre los cuales descansa su desarrollo económico, social y cultural. Por esta razón la presente discusión se referirá solamente a estos recursos.

Los recursos minerales de mayor importancia para el país

La gran riqueza mineral de Chile, de la cual se tiene conocimiento desde antes del siglo XVI, es una característica del territorio que ha sido condicionada por factores geológicos especialmente favorables que han intervenido en la construcción de esta parte del continente sudamericano. Aun cuando estos recursos no renovables, que se desglosan en minerales metálicos y no metálicos, han estado en explotación durante muchos años, ellos siguen representando el pilar fundamental de la economía del país, especialmente porque entre ellos se cuenta con extraordinarios yacimientos de cobre que contienen más del 25 por ciento de las reservas totales mundiales de este metal, además de recursos de molibdeno de tal magnitud que alcanzan importancia mundial -30 por ciento de las reservas totales— situándose en segundo lugar después de los yacimientos

de la Cordillera Occidental de Norteamérica. En los últimos años se han descubierto e incorporado al patrimonio nacional, extensos yacimientos de litio, como el del Salar de Atacama, en la Región de Antofagasta, que representan aproximadamente el 40 por ciento de las reservas totales mundiales. A éstos hay que agregar importantes reservas de oro y de hierro de excelente calidad y otros yacimientos de minerales metálicos de menor magnitud, pero económicamente importantes y que se presentan con relativa abundancia, como son los de plata, manganeso, cobalto, mercurio, tungsteno, plomo y zinc. No podemos olvidar que en el siglo pasado, época de Chañar-cilio, el país produjo aproximadamente el 15 por ciento del total mundial de plata. Además, se ha constatado la presencia de otros metales como níquel, cromo, titanio, uranio y antimonio, de los cuales podrían en el futuro llegar a conocerse concentraciones que pudieran constituir yacimientos.

Aun cuando con distinta repercusión económica, son también importantes los recursos de minerales no metálicos. Estos son más comunes y más baratos que los minerales metálicos, pero tienen una gran incidencia industrial. Entre los que se destacan por la magnitud de las reservas conocidas, debemos mencionar los yacimientos de calizas —carbonato de calcio—, sal común, sales potásicas, boratos, salitre sódico, sulfato de sodio, mármol, cuarzo, kieselguhr y azufre. Menos abundantes son los alumbres, apatita, baritina, dolomita, feldespato, granate, asbestos, grafito, lapislázuli y pirofilita. Materiales de construcción, entre los que destacan varios tipos de rocas originadas a través de los activos procesos volcánicos, que han operado en el territorio, tales como piedra pómez, tobas, obsidiana, perlita, etc., constituyen recursos que ofrecen perspectivas interesantes y para cuyo aprovechamiento efectivo deberían realizarse más estudios, especialmente tecnológicos.

La mayor parte de los yacimientos de minerales metálicos y no metálicos se encuentra en las zonas Central y Norte del país y es especialmente en esta última donde se ha llevado a cabo una explotación intensiva y casi exhaustiva de ellos, como lo fue la del salitre y de las minas de plata de Huantajaya, Santa Rosa, Chañarillo, etc. Existen, sin embargo, extensas reservas de calizas de alta ley en la región sur del territorio, como también varios yacimientos de minerales metálicos, entre los cuales cobra actualidad el yacimiento de zinc El Toqui, en Aysen, que al entrar recientemente en operación, está produciendo un fuerte impacto regional y nacional.

Aparte de los recursos existentes en el dominio continental, en los últimos años se ha detectado la existencia de minerales metálicos como manganeso, níquel, cobre, etc., en la plataforma continental chilena y fondo oceánico. Si bien el conocimiento de éstos es incipiente, los estudios que sigan realizándose en el futuro podrán evaluar el potencial económico que representa este ambiente marino, que, a nivel mundial, está abriendo perspectivas altamente interesantes.

Las políticas y estrategias de desarrollo económico del país deben considerar, en consecuencia, prioritariamente los recursos minerales, teniendo muy en cuenta su cantidad, calidad, los efectos mediatos e inmediatos que su explotación puede tener en la economía, en el medio ambiente y en el potencial mismo de esos recursos. Sin embargo, como la existencia de estos recursos está condicionada por la conformación geológica y estructural del territorio, cualquier examen serio que se haga de los recursos minerales del país, deberá necesariamente contemplar el análisis del grado de desarrollo de la Geología en el territorio, de la profundidad y calidad del conocimiento geológico alcanzado y del que deberá seguir desarrollándose. Ello porque el país requiere de una planificación nacional de programas de exploración, explotación y conservación de los recursos minerales, la cual debe apoyarse sobre la geología básica. Además, se deben crear y optimizar las condiciones que permitan contar, oportuna y permanentemente, con los recursos humanos, materiales y tecnológicos para la explotación y mejor aprovechamiento de estos recursos.

Proyecciones nacional y mundial de algunos recursos no renovables

No hay dudas de que la conformación y evolución geológica de nuestro país han sido muy favorables para la formación de una gran variedad de recursos minerales, metálicos y no metálicos. Sin embargo, algunos de ellos son inmensos como los de cobre, molibdeno y litio, que representan

reservas conocidas del 25, 30 y 40 por ciento, respectivamente, de las reservas a nivel mundial. Otros, aunque no de esta importancia, indican que nuestro potencial minero es de importantes proporciones y perspectivas. Así es como el sector minero es el que ofrece mayores ventajas con respecto a otros sectores productivos y, efectivamente, ha sido y, muy probablemente, lo seguirá siendo, el mayor generador de ingresos para el país.

Cobre

Un recuento de las reservas de cobre hecha en 1978¹, de los yacimientos de Codelco más otros que se encuentran en diferente estado de reconocimiento, como Andacollo, Los Bronces, Quebrada Blanca y Pelambres, indica que sólo en estos yacimientos existiría un total de 8.821×10^6 toneladas de reservas de minerales con una ley media de cobre de 1,02 por ciento. A éstas se agregan 12.253×10^6 toneladas de recursos hipotéticos y subeconómicos con una ley media de 0,53 por ciento de cobre, que podrían jugar un rol muy importante a futuro, ya que, por una parte, los recursos subeconómicos son recursos que han sido ya identificados, pero que no pueden producir por su baja ley o por dificultades en su beneficio, y por otra, los recursos hipotéticos son aquellos cuya existencia se infiere en algunos distritos en que ya se han detectado yacimientos con características geológicas similares. Eliminadas las desventajas en los primeros y realizadas las exploraciones y evaluaciones en los segundos, éstos podrían convertirse en reservas que aún superarían las actuales conocidas.

En todo caso, hay prácticamente un consenso en que las reservas de estos yacimientos, que contendrían 90.200.000 toneladas de cobre fino², podrían seguir explotándose durante más de 100 años al ritmo actual de producción. Si se toman en cuenta, además, los recursos ya indicados y que existen reservas de importancia en los yacimientos de la mediana y pequeña minería, hay que concluir que el país está en un lugar de privilegio en el mundo en cuanto a reservas de cobre. Con las reservas anotadas, Chile cuenta con el 23 por ciento del total de cobre a nivel mundial, con grandes ventajas comparado con otros países productores, como Estados Unidos, por ejemplo, por la más alta ley de sus minerales, lo que disminuye muy significativamente las cantidades de materiales que hay que remover y procesar.

Molibdeno

Otro recurso chileno que representa reservas de importancia mundial —30 por ciento del total mundial— es el molibdeno, que se extrae como el principal subproducto de la explotación de los pórfidos cupríferos. No se han encontrado hasta ahora yacimientos de pórfidos de molibdeno como los de Estados Unidos, Canadá y Alaska, que contienen la mayor parte de las reservas conocidas en el mundo. Aun así, como subproducto, el molibdeno tiene un impacto económico importante en el país y probablemente lo seguirá teniendo en vista de la amplia demanda de este metal para su utilización en aleaciones de acero de gran resistencia. Se estima³ que sería probable que en Chile existan yacimientos de pórfido de molibdeno, en consideración a la similitud del ambiente geológico-tectónico del territorio con el de la Cordillera Occidental de Norteamérica, lo cual justificaría una exploración orientada hacia este tipo de yacimiento.

Hierro

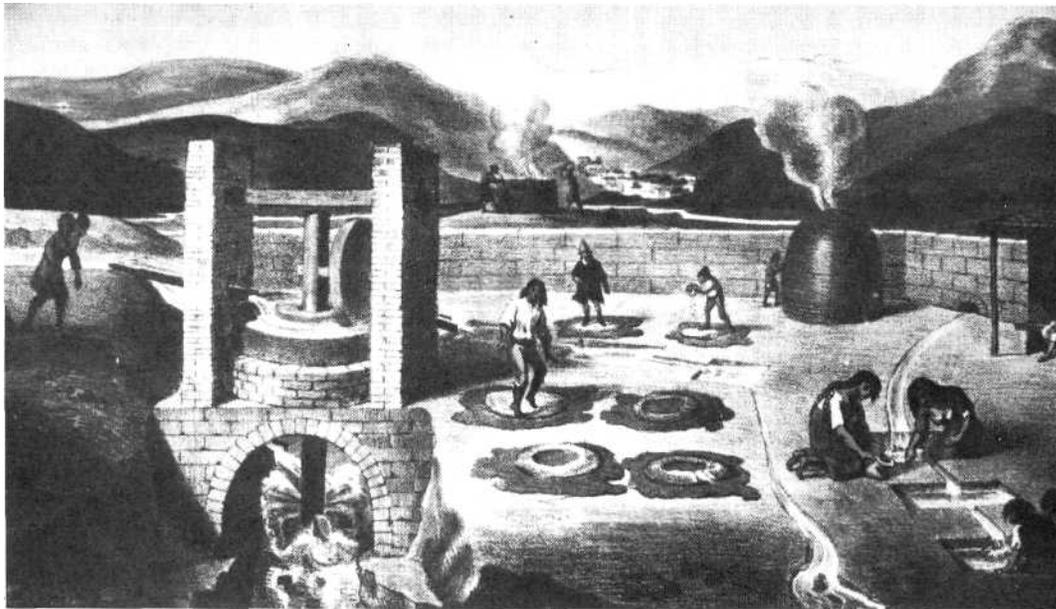
El hierro es otro recurso que ha sido explotado por muchos años en el país, pero las reservas con que se cuenta no son de importancia mundial. Aun así su explotación y exportación han incidido significativamente en el desarrollo económico del país. Los yacimientos que se explotan se encuentran en la Cordillera de la Costa del Norte Chico donde se extraen, principalmente, los cuerpos mineralizados de alta ley, cuyas reservas demostradas son del orden de los 450 millones de toneladas. Existen, sin embargo, otros yacimientos de alta ley, como los de El Laco, en la cordillera andina de la Región de Antofagasta, que sólo se explota estacionalmente y en pequeña escala. Este yacimiento, con una ley media superior al 60 por ciento de Fe, tiene reservas demostradas de 180 millones de toneladas e inferidas de 30 millones de toneladas⁴.

Los yacimientos de hierro que existen en la Cordillera de Nahuelbuta son de baja ley (30 por ciento de Fe) y representan reservas demostradas e inferidas del orden de los 170 millones de toneladas, lo que, sumado a reservas de aproximadamente 480 millones de toneladas de mineral de baja ley de otros yacimientos, refleja que el país, en condiciones favorables del mercado internacional y solucionando problemas que se presentan en el beneficio de los minerales en algunos yacimientos, podría mantener una producción de hierro para exportación.

Litio

En los últimos quince años se incorporó al patrimonio nacional un nuevo recurso no renovable de la mayor importancia, con el descubrimiento de altas concentraciones de sales de litio, potasio, magnesio, rubidio y cesio en el Salar de Atacama, ubicado en la parte central-este de la Región de Antofagasta. Este descubrimiento, resultado indiscutible de los estudios geológicos básicos desarrollados por el Instituto de Investigaciones Geológicas, quedó de manifiesto ya en el año 1969⁵, cuando se dio término a la fase del estudio geológico y evaluación del salar. De especial importancia es el litio, cuyo mercado, si bien es relativamente reducido en la actualidad, tiene proyecciones

Actualmente el mayor uso del litio está en la manufactura de materiales cerámicos y vidrios y en la industria electrolítica del aluminio donde se le emplea en forma de carbonato de litio, para bajar la temperatura de fusión del electrolito, con una notable reducción en el consumo de energía. Sin embargo, en los últimos años el litio ha adquirido una especial relevancia por su uso potencial en la fabricación a gran escala de baterías litio-aluminio/hierro-azufre que se están desarrollando como acumuladores de energía en lapsos fuera de máximo y como fuentes de energía para vehículos eléctricos. Se espera que estas baterías tendrán ya un uso comercial generalizado en los próximos años y que por el año 2000 habrá unos 18 millones o más de vehículos eléctricos operando con estas baterías⁶. Por otra parte, se considera que la demanda energética mundial podría ser, en el futuro, abastecida mediante la fusión termonuclear, para lo que los primeros reactores a fusión estarían basados en la reacción deuterio-tritio, en donde el litio juega un papel muy importante para la regeneración de suficientes cantidades de tritio. Resulta, entonces, que, de concretarse estas aplicaciones, el consumo mundial de litio aumentará considerablemente, que-



dando Chile en una posición de privilegio al contar con el 40 por ciento de las reservas mundiales de este elemento, contenidas en los salares del norte, especialmente el de Atacama, las cuales podrían incluso ser aumentadas con la incorporación de posibles nuevos yacimientos.

Identificación de los principales problemas ambientales asociados a la minería

En el pasado, y aun en nuestros días, se ha dado la mayor atención a aquellos problemas claramente visibles, como el encenagado de ríos, canales de irrigación y otros cuerpos de agua por residuos mineros, la desertificación de grandes áreas por la eliminación inapropiada de residuos provenientes de minas, plantas de flotación o fundiciones o el completo exterminio o deterioro del crecimiento de las plantas por emisiones de gases tóxicos provenientes de fundiciones o plantas de coquificación. Sin embargo, los estudios efectuados indican que el riesgo más serio para la vida humana, animal y vegetal, tanto desde el punto de vista inmediato como a largo plazo, es el de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, del suelo y del aire, por productos químicos tóxicos que resultan, entre otras, de las operaciones mineras y del procesamiento de minerales y metales.

A continuación se da un resumen de los riesgos ambientales más importantes asociados a la minería, listados según su orden de importancia.

Contaminación Química

Contaminación de Aguas Superficiales. La contaminación de ríos y lagos se produce principalmente por efluentes líquidos de minas y plantas de procesamiento, los cuales pueden contener elementos tóxicos, particularmente metales como plomo, zinc, cadmio, cobre, níquel, cromo, mercurio y, en algunos casos, fluoruros, nitratos, cloruros, arsénico y cianuro, más los reactivos orgánicos necesarios en los procesos metalúrgicos, como espumantes, colectores, coagulantes, dispersantes, etc. Muchos de estos elementos son directamente tóxicos para los seres humanos, animales, peces y vegetales terrestres y acuáticos; otros, aunque en pequeñas concentraciones, no parecen directamente tóxicos para los peces y la mayoría de las plantas, pero tienen efectos tóxicos serios cuando se concentran en peces y plantas que son consumidos por el hombre y los animales.

La tendencia a la acidez —bajo pH— de los efluentes líquidos de muchas minas y plantas también puede presentar un serio riesgo ambiental directo o indirecto cuando estos efluentes son descargados sin tratamiento en cuerpos de agua superficiales. El resultado directo más común es el daño a la vida acuática. La mayoría de los peces de agua dulce requieren aguas de un pH entre 5,0 y 8,5, siendo normalmente el óptimo un valor cercano a 7. Repentinas variaciones de pH dentro de este rango pueden afectar su reproducción y crecimiento. A pH bajo 4,0 y sobre aproximadamente 9,0, los peces mueren. Un efecto indirecto, pero igualmente serio, se produce cuando las aguas ácidas reaccionan con los metales pesados de los efluentes, con suelo o roca de los bancos o fondos de ríos y lagos, solubilizando los metales con el riesgo de contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Contaminación de Aguas Subterráneas. El agua subterránea puede ser contaminada por los mismos agentes que contaminan las aguas superficiales. La principal causa es la percolación, a través de formaciones permeables o fallas, de aguas provenientes del drenaje de minas, perforaciones —son-dajes— y drenaje desde zonas de acumulación de residuos mineros —botaderos y tranques de relaves—. Si se establecen e implementan controles adecuados de las descargas de efluentes líquidos, las minas activas no debieran ser fuentes significativas de contaminación de aguas. Sin embargo, en las minas abandonadas se ha prestado poca atención a este aspecto. Al no establecer procedimientos de control, la contaminación producida por las causas mencionadas puede continuar por largo tiempo después de abandonado el lugar de la mina y planta. La EPA —Environmental Protection Agency— ha estimado que en Estados Unidos la contaminación de aguas más significativa producida por la minería proviene de todo tipo de minas abandonadas

Minería y contaminación ambiental

"Es un territorio que, según las señas, y experiencia que se tiene, ha sido fertilísimo, no pudiendo dudarse que lo es... asimismo ay en el gran cantidad de crecidos árboles que llaman Tamarugos, Algarrobos y Molles, muchas crecidas retamas con un espeso e intrincado bosque, que en parte lo hazen impenetrable, y es bastante húmedo...". Así describía Antonio O'Brien a la región de Tarapacá en 1765. Doscientos años después la misma zona presenta uno de los desiertos más secos del mundo: los recursos hídricos fueron aprovechados por la industria minera, los árboles, junto a toda la vegetación, arrasados y empleados como combustibles, y los residuos industriales esparcidos irracionalmente.

Tan dramática perturbación de los ecosistemas de una región, debe ser prevista, analizadas y estudiadas sus consecuencias. Y he aquí otro desafío que generaciones presentes y futuras exigen a los mineros del cobre, y que es hoy en todo el mundo motivo de debates y controversias.

Mayores consumos de agua en operaciones mineras en regiones donde el líquido escasea, crecientes volúmenes de relaves a mover y ubicar, mayores concentraciones de productos químicos de propiedades corrosivas y venenosas vertidos en ríos que en su camino riegan extensos cultivos, chimeneas que vomitan gases tóxicos y de dañosos efectos sobre la vegetación, son los síntomas de una enfermedad que debe ser controlada. Sin embargo, son síntomas que ineludiblemente acompañan a la industria que corresponde a más del 90 por ciento de la actividad productiva de muchas regiones y que constituye el principal soporte económico de países como Chile. La producción de cobre desde los yacimientos de bajas leyes, hoy día explotados, requiere de opera-

ciones en gran escala para resultar económicamente viable. De ahí que la minería significa necesariamente una importante perturbación del medio debido al gran tamaño de los rajos abiertos y desmontes, y en muchos casos, al transferir elementos tóxicos —el mismo cobre, entre ellos— a las aguas superficiales.

La concentración también presenta los mismos elementos en el sentido que genera enormes volúmenes de relaves, es decir, suspensiones de las colas de flotación finamente molidas. Estos desechos, fuera de requerir vastas superficies para su ubicación, hasta el punto que en muchos casos es necesario descargarlos en el mar, contaminan las aguas de esteros, ríos y hasta costeras como ha sido el caso de los relaves de El Salvador. La misma suspensión impide a la vegetación acuática recibir los rayos solares, imprescindibles para el desarrollo de la fotosíntesis y su ciclo regenerador. Al desaparecer la flora, irremediamente la fauna se bate en retirada, afectada, además, por los reactivos químicos, y otras sustancias como piritas o sulfatos inestables. La fundición de los concentrados involucra la producción de cobre blíster o refinado a fuego, y la liberación de aproximadamente el mismo tonelaje de azufre, ya sea como emisiones de SO_2 a la atmósfera, o como ácido sulfúrico o azufre elemental. Mientras la conversión de la mata ha recibido poca atención debido a que la tecnología para aprovechar los gases de salida hasta ácido sulfúrico ha sido considerada adecuada, el horno de reverbero es fuertemente criticado como culpable de la polución con SO_2 , hasta el punto que el horno tradicional con emisiones gaseosas conteniendo SO_2 muy diluido para ser utilizado en la fabricación de ácido, es considerado obsoleto.

Contaminación Química de la Atmósfera. La contaminación del aire es causada principalmente por anhídrido sulfuroso, óxido nítrico y partículas de plomo, zinc, cadmio, cobre, arsénico, fluoruros y sílice resultantes de la fundición de metales ferrosos y no ferrosos.

Los riesgos ambientales causados por estos contaminantes son directos e indirectos. El anhídrido sulfuroso (SO₂) y los óxidos de nitrógeno pueden producir problemas respiratorios aún en bajas concentraciones en seres humanos y animales. Más aún, su efecto en el crecimiento de los vegetales es muy serio, por lo que es común la destrucción de la vegetación en los alrededores de las fundiciones.

El anhídrido sulfuroso causa también una corrosión acelerada de estructuras metálicas y el deterioro y decoloración de rocas, cemento y pinturas. Las partículas de plomo, zinc, cadmio y fluoruros en la mayoría de los casos parecen no tener efectos significativos en el crecimiento de las plantas. Sin embargo, si los tejidos vegetales o aguas contaminadas por estos metales tóxicos son consumidos por seres humanos o animales pueden producirse problemas serios de salud.

Probablemente, la degradación ambiental más difundida producida por la minería es el fenómeno de las lluvias ácidas —'acid rain'—. El anhídrido sulfuroso emitido hacia la atmósfera se combina con partículas de agua para formar ácido sulfúrico. Esta humedad atmosférica acidificada precipita sobre la tierra en forma de lluvia ácida, frecuentemente a considerables distancias de la fuente de emisión (Véase Inserción Capítulo 'Contaminación Atmosférica').

Contaminación Física

Contaminación de Aguas Superficiales. Los ríos, lagos y océanos pueden ser contaminados por sólidos en suspensión resultantes de procesos mineros de beneficio de minerales. Esto es un tipo de contaminación muy visible, de tal manera que en el pasado ha causado la gran mayoría de las quejas de la opinión pública con el resultado de que en muchos países ha sido el problema que más atención ha recibido de parte de las agencias de control ambiental. La forma más común y directa de este tipo de contaminación es la turbidez del agua y el encenagado de ríos y lagos. En lugares donde se utiliza esta agua contaminada incluso se produce el encenagado de canales de regadío y terrenos cultivables.

Igualmente importante, desde el punto de vista de largo plazo, es el efecto de la turbidez del agua, causada por grandes cantidades de sólidos en suspensión, sobre los peces y la vegetación acuática, tanto en ecosistemas de agua dulce como marinos. La turbidez del agua reduce la penetración de luz, lo que afecta seriamente a las cadenas alimenticias en los ambientes marinos. En forma directa se produce un efecto serio sobre los peces y particularmente sobre los crustáceos, debido a que se interfiere la función de las branquias. También se produce una reacción de rechazo a la zona contaminada en muchas especies de peces. Los estados larvarios de todos los animales acuáticos se ven seriamente afectados. La contaminación física del agua por sólidos en suspensión en la mayoría de los casos no presenta peligros serios directos para la salud humana. Sin embargo, es un indicador importante de un manejo y control inadecuado del agua en el proceso minero. Donde existe turbidez hay una destacada posibilidad de contaminación química por ácidos o metales tóxicos, los que son los contaminantes realmente peligrosos.

Desertificación. Este tipo de degradación física puede resultar de los siguientes tipos de condiciones:

- El terreno puede ser inundado por materiales de desecho, debido a un control inadecuado en la depositación de relaves o por rotura de las estructuras que contienen estos desechos.
- Tanto la minería subterránea como a rajo abierto producen grandes áreas o pilas de material estéril o sobrecarga.
- Las operaciones mineras superficiales pueden dejar grandes rajos expuestos.
- Se produce erosión por la perturbación de la superficie natural del terreno y de los drenajes naturales y por la deforestación que ocurre en todas las fases de desarrollo de una mina. La deforestación ocurre durante la exploración; durante la fase preoperacional por la construcción de ca-



minos, líneas de transmisión de energía y agua y edificios para la planta y el personal; durante la fase de operación, e incluso una vez abandonada.

Contaminación Física del Aire. La contaminación física del aire es producida por el polvo resultante de:

- Erosión eólica de relaves no consolidados, principalmente en zonas áridas y semiáridas.
- Tronaduras en minas a tajo abierto y de la molienda en seco de materiales.
- Vías de transporte en todas las fases de la industria minera.
- Operaciones de procesamiento en seco, tales como carbón.

Deterioro Estético del Ambiente

La belleza del ambiente puede ser dañada por:

- Áreas estériles y antiestéticas producidas por la eliminación de residuos.
- Rajos profundos.
- Colapso de minas subterráneas.
- Plantas abandonadas.

- Uso de áreas mineras abandonadas como botaderos de escombros y basuras.
- Cursos de agua cenagosos sin peces ni vida acuática. Deforestación.
- Olores desagradables de reactivos en los relaves y cuerpos de aguas contaminados.
- Ruido de tronaduras, perforadoras, plantas y equipos de transporte, particularmente en minas a rajo abierto.

Medidas para el control de la contaminación ambiental

Hoy en día existen pocas dudas de que una adecuada protección del ambiente aumentará el rol del estado en la sociedad, poniendo a prueba la habilidad de los gobiernos para llegar a un consenso viable entre las demandas de crecimiento económico y protección del ambiente, e idear procedimientos para implementar el consenso.

El control administrativo del impacto ambiental de la minería debe hacerse en función de la política de desarrollo de cada país en particular. Sin embargo, las cuestiones de fondo en la implementación de políticas ambientales originan problemas generales. A continuación se presentan algunas herramientas utilizadas en la implementación de políticas ambientales.

Medidas de Control Informal. Las medidas de control informal, ejercidas a través de información, sugerencias, promesas, amenazas o movilización de la opinión pública, son particularmente útiles en países con estructuras administrativas débiles. El uso de tácticas informales que evitan las confrontaciones abiertas con empresarios mineros técnicamente mejor preparados requiere sólo una cantidad mínima de información por parte del Estado y produce una estructura administrativa lo suficientemente flexible como para reaccionar a cambios que se puedan producir en la información técnica o económica. Sin embargo, aunque puede ser efectivo en el inicio del proyecto, la eficacia posterior de estas medidas depende del compromiso continuado de individuos claves con las metas ecológicas y económicas del país. Por lo tanto, para mantener un control continuo, las medidas informales raramente son una solución adecuada.

Normas Ambientales. El instrumento de control ambiental más común, cada día más usado en los países desarrollados, son las normas mínimas. Estas normas son especialmente apropiadas para el control de la contaminación del aire y del agua, para la protección del ambiente de trabajo y posiblemente para problemas de uso y rehabilitación de suelos. Estas normas establecen las cantidades máximas permisibles de un contaminante en un ambiente definido. Las normas de emisión, por otra parte, ponen valores máximos a la emisión de contaminantes de una cierta fuente. Estas normas de emisión son, generalmente, más fáciles de formular y aplicar que las normas de calidad del ambiente.

Las normas de emisión, en el caso de proyectos mineros, tienen la ventaja de cualquier regla general conocida de antemano, por lo que el empresario minero puede, con frecuencia, aceptar obligaciones más estrictas que si estuviera sometido a un régimen de reglas cambiantes. Las desventajas de las normas es que generalmente carecen de flexibilidad. Por ejemplo, las normas básicas no toman en consideración las diferencias de costos de las diversas empresas mineras. Por otra parte, una vez formuladas no pueden ser adaptadas con facilidad a una tecnología cambiante. Más aún, si no son formuladas en forma dinámica, tienden a desincentivar a la industria para ir más allá de las reglas establecidas para proteger el ambiente. Finalmente, la eficacia de las normas depende fuertemente de la supervisión y de su puesta en práctica por parte de un aparato administrativo eficiente. Por los motivos mencionados, las normas no son el mejor método para controlar el impacto ambiental de la actividad minera.

Subsidios. Los subsidios, ya sean directos, tales como tratamientos preferenciales en la tributación, o indirectos, como asistencia en infraestructura, pueden ser otro medio para inducir la implementación de medidas de protección ambiental

Cobre y medio ambiente

La actividad cuprífera en Chile, particularmente en el norte del país, ha tenido un carácter no sólo altamente productivo, sino muy favorable en términos de colonización. Los mineros han sido los colonos más antiguos de las zonas desérticas, y casi su única población estable; en la Zona Central —El Teniente, Andina, Disputada de Las Condes—, la actividad ha desarrollado en forma importante la industrialización del país, y el cobre ha sido, en efecto, un multiplicador de riqueza.

Sin embargo, el impacto de este mineral y de sus subproductos en el medio ambiente nacional, se origina en la escala misma inusual en que este recurso se explota. Chile es un país relativamente pequeño, con poco más de 11 millones de habitantes, a pesar de lo cual abastece, actualmente en un casi 15 por ciento la demanda mundial de cobre, cubriendo las necesidades de aproximadamente 650 millones de personas. Bajo estas condiciones, la movilización de recursos es muy grande y repercute no sólo en la economía del país y en sus recursos humanos, sino también en su medio ambiente natural.

Se calcula que, hasta la fecha, se han removido aproximadamente 3.000.000.000 de toneladas de roca para extraer alrededor de 35.000.000 de toneladas de cobre metálico y producir 200.000 toneladas de molibdeno, el subproducto más importante del cobre en Chile. La producción anual de 1.250.000 toneladas de cobre, 15.000 a 20.000 toneladas de molibdeno y sustanciales cantidades de oro, plata, renio y otros subproductos requieren de la extracción de 100.000.000 de toneladas de mineral por año, a lo que se agrega una cantidad igual o superior de rocas estériles, que representan la sobrecarga en los yacimientos. El procesamiento de esta masa mineral invo-

lucra el consumo de 300.000.000 de toneladas de agua, emisión de un equivalente de 2.000.000 de toneladas de ácido sulfúrico en la atmósfera, depositación de unos 100.000.000 de toneladas de desmontes, otras 100.000.000 de toneladas de relaves semilíquidos y cuantiosos residuos descartados por procesos químicos.

El impacto de estas actividades resiente fuertemente al medio, contaminando la atmósfera, el agua del mar y de los ríos, y afectando el equilibrio ecológico del hombre y de extensas zonas mineras.

Hay dos medios ambientes distintos en los que se desarrollan las actividades de extracción: el medio ambiente desértico, en la Zona Norte de Chile, y otro en la Zona Central, donde la vegetación es abundante y donde predominan centros urbanos densamente poblados.

En las áreas áridas, el impacto ambiental es particularmente notable en los recursos hídricos, pues la contaminación atmosférica, si bien dañina para la población, no logra impactar la escasa vegetación. Por el contrario, en las zonas de alta densidad poblacional y agriculturizadas —Zona Central— el efecto impacta tanto al agua como a la atmósfera y, en modo importante, a la fauna y a la flora del país.

Los depósitos de relaves son un riesgo ambiental agregado, particularmente en zonas sísmicas, pues aumentan los peligros de vida de la población. Ejemplo de esto son los efectos de los terremotos en la zona de 'El Teniente' y en la población 'El Cobre'. Adicionalmente, las faenas implican riesgos propios, entre otros, enfermedades profesionales —silicosis, cáncer pulmonar, etc.—, avalanchas de nieve en la alta cordillera e incendios.

Aunque generalmente son considerados como una herramienta flexible y de fácil aplicación bajo la mayoría de las condiciones, los subsidios no son la manera más eficiente de cumplir las metas del desarrollo. El cálculo de subsidios económicamente efectivos requiere información detallada de la estructura de costos, la cual normalmente no está al alcance de las administraciones de los países. Más aún, los subsidios, en particular si se dan en la forma de moneda convertible, pueden presentar una carga adicional en los presupuestos nacionales y en las reservas de monedas extranjeras, de tal manera que su aplicación sólo se considera en casos excepcionales.

Impuestos. El impuesto ambiental es una sobretasa que compensa los gastos que debe hacer la sociedad para mejorar el medio ambiente que ha sido deteriorado por una actividad productora. El programa de sobretasas crea un incentivo continuo para un comportamiento óptimo de las empresas, tanto en el aspecto ambiental como en sus costos. Sin embargo, debido a las muchas dificultades teóricas y prácticas relacionadas con el cálculo de estos impuestos, este método debe ser visualizado como un suplemento a las normas de calidad para controlar las emisiones de operaciones mineras en países en desarrollo.

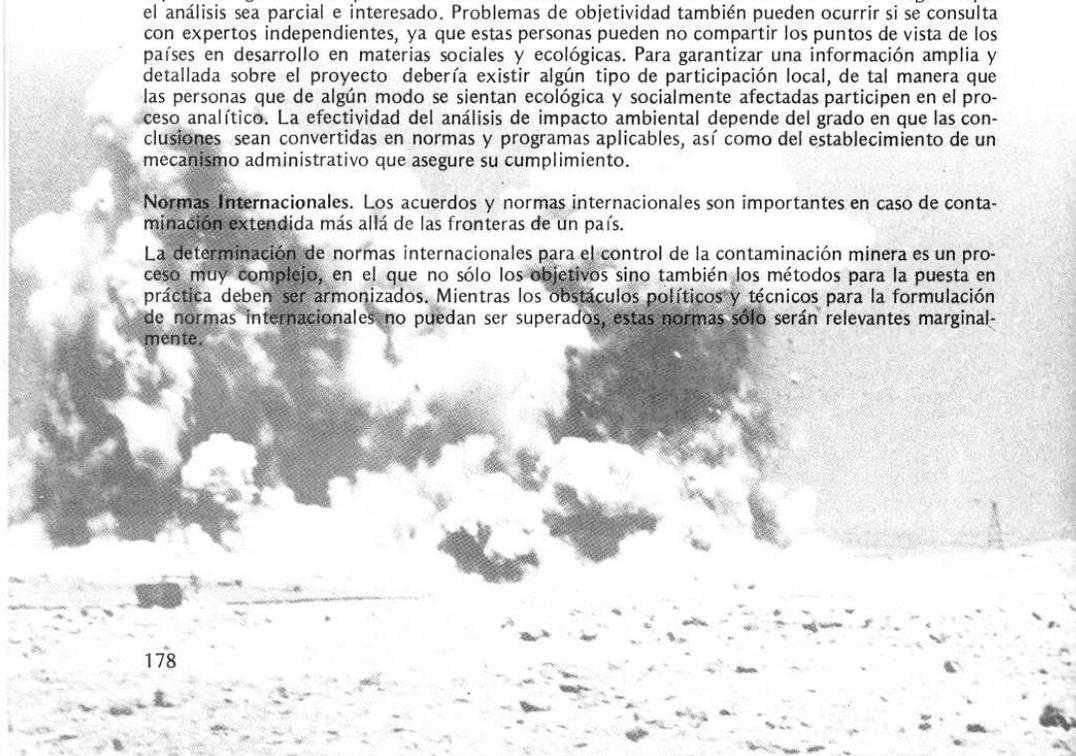
Análisis del Impacto Ambiental. El análisis serio y completo del impacto ambiental y social de un proyecto minero asegura un cumplimiento estricto de las metas sociales y normas ambientales en la etapa de planificación de un proyecto. Más aún, este método de trabajo permite reformular y poner en práctica objetivos y normas adicionales. Esta herramienta es particularmente apropiada, dadas la complejidad y diversidad de los efectos ecológicos y sociales producidos por los grandes proyectos mineros.

El análisis del impacto ambiental normalmente se prepara en conexión con el estudio de factibilidad técnica del proyecto. La efectividad del análisis dependerá en última instancia de las formas en que se adquiera la información y de su procesamiento.

La falta de experiencia en disciplinas ecológicas y técnicas de gran parte de los países, puede ser suplida obligando al empresario minero a efectuar el análisis. Este hecho conlleva el riesgo de que el análisis sea parcial e interesado. Problemas de objetividad también pueden ocurrir si se consulta con expertos independientes, ya que estas personas pueden no compartir los puntos de vista de los países en desarrollo en materias sociales y ecológicas. Para garantizar una información amplia y detallada sobre el proyecto debería existir algún tipo de participación local, de tal manera que las personas que de algún modo se sientan ecológica y socialmente afectadas participen en el proceso analítico. La efectividad del análisis de impacto ambiental depende del grado en que las conclusiones sean convertidas en normas y programas aplicables, así como del establecimiento de un mecanismo administrativo que asegure su cumplimiento.

Normas Internacionales. Los acuerdos y normas internacionales son importantes en caso de contaminación extendida más allá de las fronteras de un país.

La determinación de normas internacionales para el control de la contaminación minera es un proceso muy complejo, en el que no sólo los objetivos sino también los métodos para la puesta en práctica deben ser armonizados. Mientras los obstáculos políticos y técnicos para la formulación de normas internacionales no puedan ser superados, estas normas sólo serán relevantes marginalmente.



Instrumentos Combinados. El enfoque de los países en desarrollo para lograr sus metas en el aspecto ecológico necesariamente involucra una optimización de las ventajas de los diversos instrumentos disponibles.

En Chile, específicamente, existen numerosas disposiciones relativas al control ambiental, siendo las más importantes el Código Sanitario, la Resolución N° 1.215 del Ministerio de Salud sobre normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica y el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Mínimas en los Lugares de Trabajo. Sin embargo, estas disposiciones podrían verse complementadas mediante la exigencia de un estudio del impacto ambiental a toda faena que supere cierta envergadura. Este hecho aumentaría la conciencia ecológica del empresario minero, produciría una flexibilización de las normas vigentes, ya que no existen dos operaciones mineras iguales y ampliaría el conocimiento de los entes estatales y, por consiguiente del país sobre la problemática del medio ambiente.

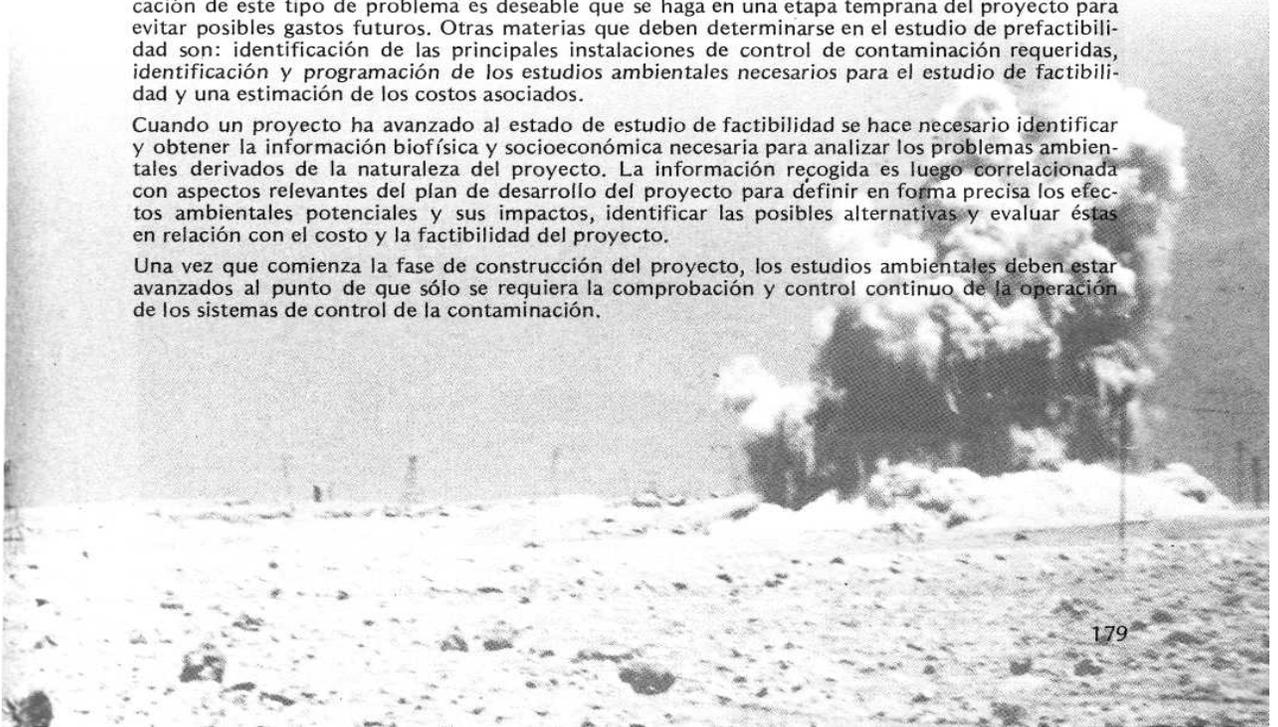
El estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es una herramienta para identificar y definir transacciones aceptables en el ámbito de los recursos sociales. La determinación del impacto ambiental es útil solamente cuando se centra en los efectos ambientales potenciales de un determinado proyecto y en las alternativas o transacciones potenciales, de tal manera que la empresa que desarrolla un proyecto, los organismos estatales de control y la opinión pública puedan tomar decisiones informadas basadas en una comprensión global de los potenciales impactos positivos y negativos asociados al desarrollo de un determinado proyecto.

Durante el estudio de prefactibilidad o examen inicial de un nuevo proyecto la actividad ambiental más importante es la identificación de los problemas ambientales críticos. Como un ejemplo extremo es posible que la operación de una planta en un lugar dado no sea económica debido a las medidas de protección ambiental que deban implementarse para su funcionamiento. La identificación de este tipo de problema es deseable que se haga en una etapa temprana del proyecto para evitar posibles gastos futuros. Otras materias que deben determinarse en el estudio de prefactibilidad son: identificación de las principales instalaciones de control de contaminación requeridas, identificación y programación de los estudios ambientales necesarios para el estudio de factibilidad y una estimación de los costos asociados.

Cuando un proyecto ha avanzado al estado de estudio de factibilidad se hace necesario identificar y obtener la información biofísica y socioeconómica necesaria para analizar los problemas ambientales derivados de la naturaleza del proyecto. La información recogida es luego correlacionada con aspectos relevantes del plan de desarrollo del proyecto para definir en forma precisa los efectos ambientales potenciales y sus impactos, identificar las posibles alternativas y evaluar éstas en relación con el costo y la factibilidad del proyecto.

Una vez que comienza la fase de construcción del proyecto, los estudios ambientales deben estar avanzados al punto de que sólo se requiera la comprobación y control continuo de la operación de los sistemas de control de la contaminación.



En la fase de operación, la comprobación, normalmente especificada en los permisos gubernamentales, es la principal actividad ambiental. Cambios en las normas establecidas o impactos no previstos pueden originar cambios o adiciones en la tecnología de la operación.

A medida que un proyecto llega al final de su vida activa, se requiere de una acción que evite el daño ambiental posterior al abandono del lugar. La planificación de los procedimientos necesarios debe ser efectuada durante el estudio de factibilidad. Deben establecerse controles permanentes en lugares donde exista la posibilidad de contaminación, como por ejemplo botaderos expuestos a lixiviación por aguas meteóricas y tranques de relaves que puedan ser erosionados por el viento. En operaciones mineras superficiales que afectan grandes áreas, la recuperación del terreno se hace en forma progresiva

No puede desconocerse que la explotación de los recursos minerales es la que tradicionalmente ha tenido la mayor incidencia en la economía del país y ha forjado su progreso; en otros términos ha aportado innumerables beneficios que hoy se traducen en el desarrollo industrial, social y cultural que presenciamos. No es el caso aquí analizar si este nivel de desarrollo es el que realmente corresponde, o si debería estar mucho más avanzado en relación con los recursos que se han explo-



tado, pero sí podemos decir que han mejorado nuestras condiciones de vida. Sin embargo, la extracción y beneficio de estos recursos no renovables han tenido fuertes impactos negativos sobre el medio ambiente chileno, y los siguen teniendo. Es así como muchos de los principales problemas ambientales asociados a la minería, que se analizaron en la sección anterior, ya están presentes en el país. Como se constata en esa sección, la sola extracción de los minerales implica la remoción de millones de toneladas de roca de su emplazamiento natural, para que una vez extraído el mineral, la parte estéril sea acumulada en otros sitios, muchas veces inseguros y propensos a derrumbes, sobre todo si se consideran las características sísmicas de nuestro país; éstas han ocasionado y pueden producir daños considerables.

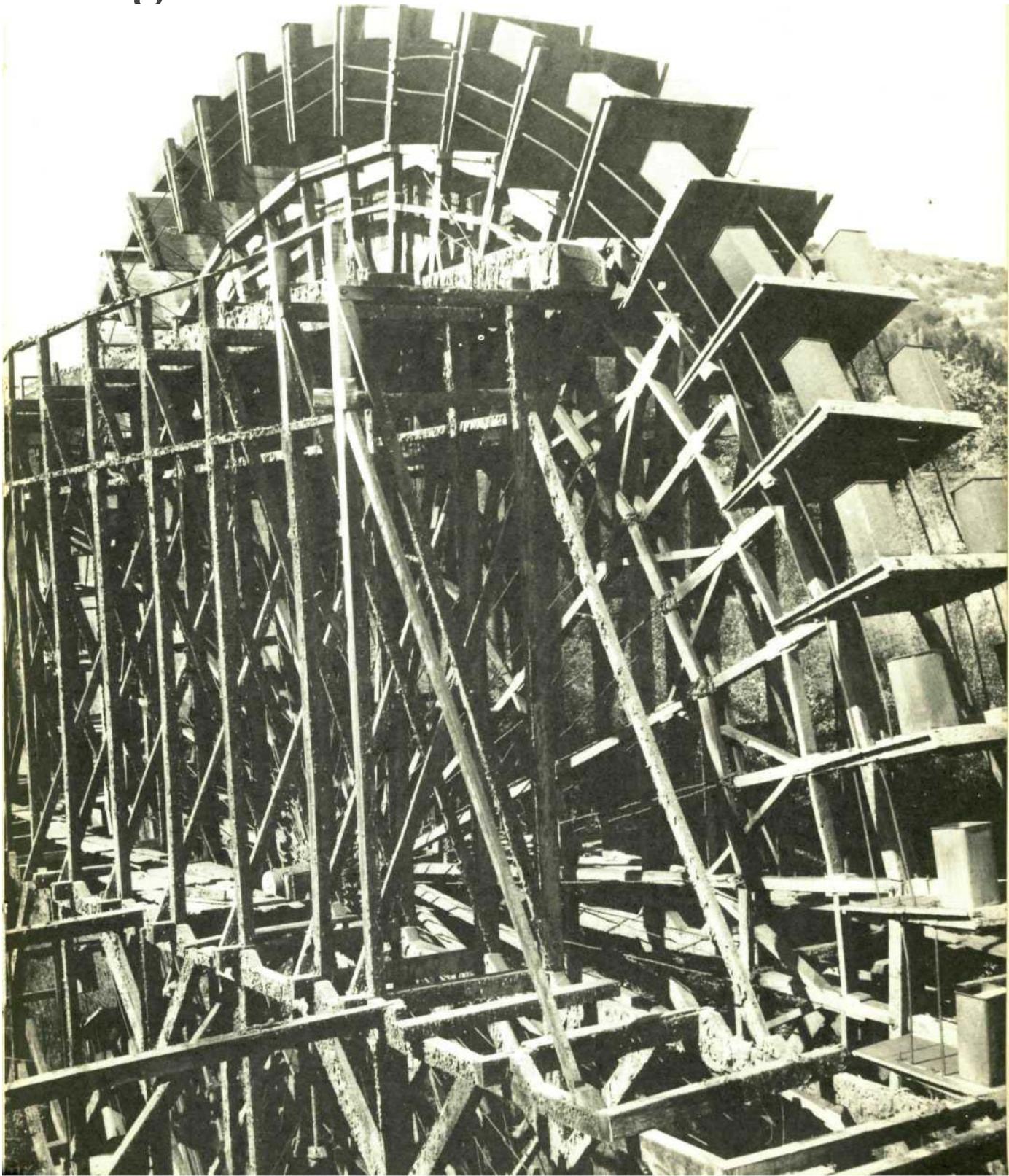
El beneficio de los minerales extraídos requiere de su fundición o tratamiento mediante procesos químicos que generan una serie de residuos gaseosos, líquidos y sólidos, que pasan a contaminar la atmósfera, ríos y suelos, degradando, peligrosamente, el ambiente y exponiendo a los habitantes a catástrofes fatales. Basta recordar por ejemplo, las pérdidas de vidas humanas y el desastre ecológico causado por el derrumbe del tranque de relaves en el pueblo El Cobre, en la zona central, a consecuencias de un terremoto.

Mientras los yacimientos en explotación proporcionaban recursos, también fueron acumulando desechos que, en un momento, atentaron seriamente contra otros recursos naturales. Ello, porque no se apreciaba en sus justas dimensiones los fenómenos que incidirían en el ambiente, como por ejemplo el comportamiento de las aguas superficiales y subterráneas, las características sísmicas de la región, intensidad y dirección de los vientos, condiciones de emplazamiento de los relaves, etcétera.

Es obvio que el país debe explotar y utilizar sus recursos no renovables y particularmente los minerales, pero debe tenerse presente también que la gran tarea es minimizar los impactos negativos que esta actividad tiene sobre el medio ambiente nacional. Por ello es que parte de los ingresos que generan estos recursos deberían destinarse, bajo programas permanentes y coordinados de investigación científica y tecnológica, a reducir el daño ecológico y a desarrollar recursos humanos que garanticen su continuidad y el mejoramiento de nuestras condiciones de vida.

CAPITULO 6
Energía

Alfredo del Valle



Los temas de la energía y del medio ambiente aparecen intuitivamente como temas fuertemente vinculados. Por lo general, no se repara en que sus vínculos son tanto positivos como negativos, y se piensa sólo en estos últimos: derrames marinos de petróleo, deforestación por extracción de leña sin manejo forestal, riesgos del ciclo de combustible nuclear en posibles centrales futuras, contaminación atmosférica de las ciudades por el uso de combustibles fósiles, etc. Pero hay también otros vínculos de signo opuesto: mejoramiento de condiciones de vida debido al mayor empleo de la energía que se extrae del ambiente, incremento de los recursos energéticos disponibles cuando la mayor demanda estimula su exploración, ampliación de superficies de riego en proyectos hidroeléctricos, etc.

Es preciso reconocer que estas vinculaciones no pueden ser abordadas en forma independiente unas de otras, ni en forma aislada del contexto o entorno en que se dan. No se trata sólo de un conjunto sino de un sistema de problemas y potencialidades. Así, no es posible descontaminar el aire de Santiago sin mejorar integralmente su sistema de transporte, que es un gran consumidor de petróleo. Igualmente, es ilusorio esperar que muchos campesinos realicen un manejo tecnificado de los montes que les proporcionan leña sin que aumente significativamente su uso de energía en la producción agrícola -sea convencional o solar a través de la agricultura orgánica—, y, por consiguiente, su productividad. Es necesario, además, reconocer que debe existir un cierto trasfondo común, que explique que se estén percibiendo estos fenómenos en forma simultánea y relacionada. Tal trasfondo consiste en los síntomas de agotamiento de muchas tecnologías, pautas culturales y patrones de consumo de la moderna civilización industrial, que fueron incorporados paulatinamente a lo largo de los últimos 150 años como modelos para el desarrollo de Chile.

Energía, desarrollo y medio ambiente.

Actividades Humanas, Entorno y Proceso de Desarrollo

'Desarrollo' no es algo que les ocurre a las cosas, sino algo que les ocurre a las personas y a los sistemas de personas: grupos, instituciones, sociedades. Es un proceso por el cual ellos mejoran su capacidad de resolver sus problemas: un proceso de capacitación y aprendizaje. Dado que los problemas que deben resolver no son otra cosa que desafíos provenientes de sus entornos, puede decirse que el desarrollo es un proceso de 'aprendizaje para enfrentar al entorno'.

El entorno de las actividades humanas y de la sociedad es doble: su 'medio ambiente' y las 'otras sociedades'. En el medio ambiente, por su parte, cabe distinguir dos grandes aspectos, los 'recursos' y el 'hábitat'. Los recursos son componentes de la naturaleza o residuos que tienen valor porque pueden ser utilizados en las actividades humanas; incluyen recursos hídricos, minerales y energéticos, suelo, flora, fauna, desechos diversos y muchos otros. El hábitat es el sistema de condiciones naturales y artificiales en que vive y actúa el ser humano; incluye vivienda, lugar de actividad, equipamiento, saneamiento, paisaje, uso del suelo e infraestructura de transportes, comunicaciones, energía, agua potable, riego y disposición de residuos. Tanto los recursos como el hábitat incluyen componentes naturales y componentes construidos. En el Diagrama 6.1 se aprecian en forma esquemática los elementos recién presentados, destacándose las actividades humanas más significativas desde el punto de vista energético.

La sociedad enfrenta desafíos que provienen de las tres partes que se han distinguido en su entorno. Son los desafíos de 'autodeterminación', ante las demás sociedades; de 'calidad de vida', ante su hábitat; y de 'sustentabilidad', ante sus recursos. Ellos también están indicados en el Diagrama 6.1. Podemos, entonces, definir el proceso de desarrollo socioeconómico como un proceso en el cual se procura obtener, en forma armónica, lo siguiente:

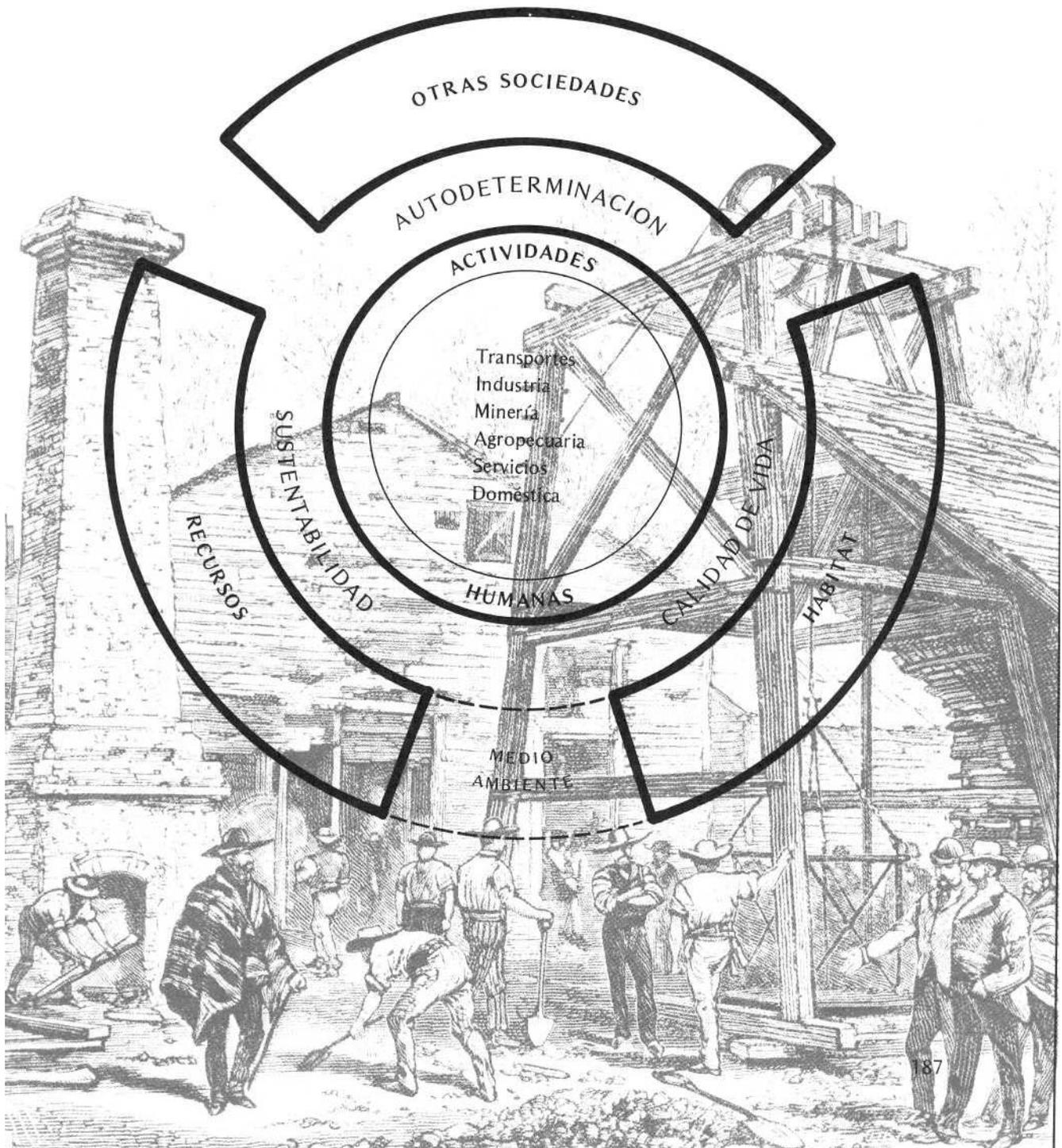
- Mejoramiento de la capacidad de autodeterminación, o capacidad de la sociedad para tomar sus decisiones de acuerdo a sus propios intereses.
- Mejoramiento de la calidad de vida, o capacidad de la sociedad para satisfacer las necesidades de sus miembros, y para permitirles desarrollar sus potencialidades personales.
- Mejoramiento de la sustentabilidad de la sociedad, o capacidad de mantener en el largo plazo el mejoramiento de la calidad de vida, a base de los recursos propios.

Como es fácil de apreciar, el crecimiento económico en un país subdesarrollado es una condición necesaria para su proceso de desarrollo. Pero no es, en absoluto, una condición suficiente. Puede haber crecimiento que subdesarrolle, si deteriora la calidad de vida, la autodeterminación o la sustentabilidad.

El Sistema Energético y sus Efectos Ambientales Directos

Requerimientos de Energía. La provisión de energía está situada en la zona de interacción de actividades humanas y recursos, aunque tiene fuertes vinculaciones con las otras dos zonas del Diagrama 6.1. Todas las actividades humanas utilizan energía que es, precisamente, un principio de actividad. Podemos definir para cada actividad su 'requerimiento de energía' como el mínimo flujo de energía que se le debe entregar para poder llevarla a cabo. Los requerimientos se presentan en forma de energía útil, que es la forma particular exigida por la actividad: iluminación para dar una clase, fuerza motriz para transportar, calor para calefaccionar una vivienda o producir vapor en una industria. Hacia los requerimientos la energía llega desde los recursos, ya sea directamente o a través de una cadena de transformaciones. La entrega directa de energía es propia de sistemas descentralizados cuyos recursos y requerimientos están dispersos, como el bombeo eólico o la calefacción solar. Las cadenas de transformaciones son propias de la civilización industrial, donde hay que abastecer grandes requerimientos concentrados, a partir de recursos también concentrados.

Diagrama 6.1. LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y SU ENTORNO



Tecnologías Energéticas. Las transformaciones mencionadas se efectúan mediante 'tecnologías energéticas'. Se distinguen tres tipos: de generación o extracción, de conversión y de uso.

- Las de 'generación' extraen flujos de energía de los recursos —ejemplo, minería del carbón—.
- Las de 'conversión' modifican las propiedades físicas de los flujos de energía para facilitar su transporte y entrega final -ejemplo, refinación de petróleo
- Las de 'uso' entregan flujos de energía a los requerimientos de las actividades humanas —ejemplo, cocina a gas

En cada transformación se producen 'pérdidas de energía' en forma de calor, que son inevitables por razones termodinámicas y se descargan al ambiente; en la práctica, ellas suelen ser mucho mayores que lo necesario, por ineficiencia o descuido. En el Diagrama 6.2. se presenta un esquema general de flujos físicos de energía, que incluye lo anterior y distingue los siguientes tipos de energía: natural, primaria, secundaria, final y útil.

Efectos Ambientales Directos. Se incluyen, además, en el Diagrama 6.2. los efectos directos que ejerce sobre el medio ambiente la operación de todo el sistema energético. Se distinguen cuatro tipos de efectos ambientales directos: las incidencias en la productividad de los recursos, las incidencias en su disponibilidad, las pérdidas de energía y la contaminación. Los dos últimos actúan tanto sobre los recursos como sobre el hábitat.

- **Efectos en la Productividad.** Los efectos en la 'productividad' de los recursos pueden ser positivos o negativos. Entre los positivos, cabe citar la irrigación de suelos agrícolas que suele acompañar a las grandes obras hidroeléctricas. Lamentablemente, es más extendida la 'degradación' de recursos, o reducción de su productividad, debido a manejo inadecuado o influencias externas; por lo general, es el resultado de utilizar perspectivas de muy corto plazo, o de tomar en cuenta sólo un uso y despreñar a los demás. Puede haber tanto degradación de recursos energéticos no renovables —'floreo' de una mina de carbón—, como renovables —sobreexplotación de leña—. También es frecuente la degradación de recursos no energéticos como resultado de actividades energéticas: destrucción de suelo vegetal por minería de carbón a tajo abierto.

- **Efectos en la Disponibilidad.** Los efectos del sistema energético sobre la 'disponibilidad' de recursos se refieren igualmente a los energéticos y no energéticos. La disponibilidad depende tanto del conocimiento como de la tasa de utilización de los recursos; por esta razón los efectos pueden ser tanto positivos como negativos. La disponibilidad puede aumentar si los requerimientos de energía presionan para incrementar la exploración, y ella tiene éxito; puede disminuir si no se conocen nuevos recursos y las tasas de utilización tienden a agotar los recursos actuales. Para los recursos renovables puede existir también agotamiento en sentido físico, como caso límite de un proceso de degradación que simplemente termine con las posibilidades de regeneración de un ecosistema. Deben mencionarse, además, los efectos de las actividades energéticas sobre la disponibilidad de otros recursos, como suelo o agua, que quedan de manifiesto cuando los proyectos energéticos compiten con otras actividades humanas por su uso.

- **Pérdidas de Energía.** Las 'pérdidas de energía' hacia los recursos pueden tener efectos significativos cuando son de gran magnitud y concentradas, como en los sistemas de enfriamiento por agua de las grandes centrales termo o nucleoeeléctricas, que suelen afectar negativamente a la fauna acuática. Hay también una incidencia indirecta de las pérdidas evitables sobre los recursos, ya que reducen su disponibilidad como se señala en el Diagrama 6.2. Las pérdidas de mayor importancia para el hábitat son las de calor en las viviendas durante el invierno, que se traducen en deficientes condiciones de vida para la población que las sufre; se deben a fallas de aislación y filtraciones de aire, y tienen su origen socioeconómico en la pobreza y en el desinterés en el tema de los profesionales de la construcción y de las autoridades. Otros efectos negativos de estas pérdidas en el hábitat se producen en ciertos lugares de trabajo donde hay alta exposición al calor. Junto a los anteriores, deben mencionarse, finalmente, los fuertes impactos económicos de las pérdidas de energía, que por lo general no son bien conocidos ni están evaluados.

- **Contaminación.** Los efectos de la contaminación de los recursos y el hábitat que se originan en la producción y en el uso de energía, son muy variados. La contaminación de los recursos puede provocar degradación, como se señala en el Diagrama 6.2., un ejemplo de ello es la lluvia ácida, originada en el uso de combustibles con alto azufre, que degrada suelos agrícolas, ríos y lagos.

La contaminación del hábitat puede afectar a varios de sus componentes y tener serios efectos en la salud física y mental de las personas, como por ejemplo, las enfermedades broncas pulmonares causadas por el smog urbano, y la destrucción de lugares de recreación por efluentes de refinerías de petróleo.

Puede concluirse que los efectos directos de la energía sobre el medio ambiente tienen importantes consecuencias para el proceso de desarrollo socioeconómico, ya que inciden tanto en la calidad de vida actual como en la sustentabilidad de la sociedad para el futuro. La medición y evaluación de los cuatro grandes efectos que se han descrito deberían tener alta prioridad en las tareas de investigación y de planificación. Como una ayuda para la sistematización de esta tarea, en el Cuadro 6.1. se entrega un esquema relativamente detallado de efectos directos potenciales de las actividades energéticas sobre el medio ambiente.

Energía y Construcción Hábitat

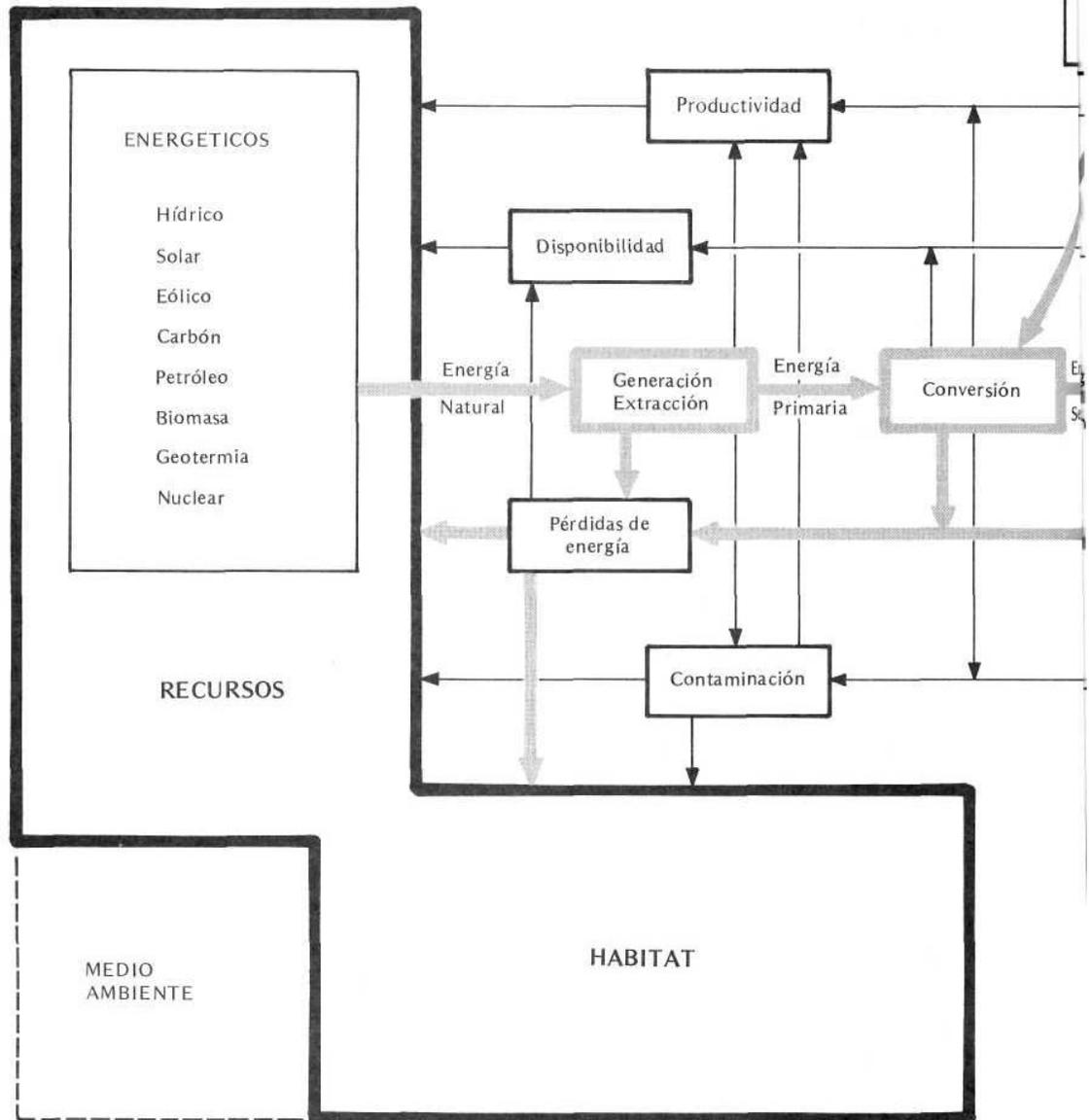
La base del resto de este trabajo se puede apreciar en el Diagrama 6.3 —ampliación reconstruida del Diagrama 6.1.— que incorpora flujos de energía, otros flujos de bienes y servicios, e incidencias más complejas que reflejan los principales procesos que vinculan a la energía con la sociedad y el medio ambiente.

Sería erróneo dar más importancia que la debida a la energía, o postular alguna especie de teoría energética de la sociedad. Pero no podemos obviar el hecho de que una condición necesaria de la conquista del tiempo y el espacio —que caracteriza a la construcción habitad de la civilización moderna, después del Renacimiento— fue la conquista de la energía. La nueva visión del mundo, la ciencia, y las nuevas formas de organización social hicieron posible la conquista de la energía, y ésta, a su vez, hizo posibles nuevos modos de construir el hábitat del hombre. Pero no sólo lo hizo posible sino que lo condicionó fuertemente y lo sigue aún condicionando. Hasta el último rincón de nuestro hábitat está penetrado por determinadas fuentes y tecnologías energéticas. El hábitat de la leña y la carreta, el del carbón y el ferrocarril, el del petróleo y el automóvil, y el que desean construir los partidarios de las fuentes alternativas de energía y las ecotécnicas—cuatro tipos ideales de hábitat que se mezclan en la realidad—, son radicalmente diferentes casi en cada uno de los modos de satisfacer las necesidades humanas.

Efectos Ambientales Indirectos. Puede, entonces, hacerse un intento de identificación de un nuevo grupo de efectos ambientales de la energía, que son sus efectos indirectos sobre la construcción del hábitat humano. Se entenderá por 'construcción habitad un complejo proceso histórico de interacción de las actividades humanas con el sistema de condiciones naturales y artificiales en que ellas tienen lugar. En cualquier momento el hábitat, con sus viviendas urbanas y rurales, carreteras y vías férreas, fábricas y campos, no es sino la decantación de toda una historia anterior. No sólo contiene las estructuras físicas que sostienen las actividades humanas, sino también las estructuras tecnológicas y culturales que señalan los modos en que se satisfacen estas necesidades. Sobre estas bases, se considera posible distinguir cinco efectos indirectos, que serán descritos brevemente en los párrafos que siguen: energización de actividades, demanda de recursos, diversificación de actividades, polarización energética e incremento de la vulnerabilidad energética del hábitat.

• **Energización de Actividades.** La energización de las actividades es el efecto indirecto más evidente. Es el uso de mayor cantidad de energía en proporción al esfuerzo humano en cualquier esfera de acción. Constituye la fuente de la mecanización, del incremento de temperaturas de procesos y de otros fenómenos que no es preciso describir. Ha multiplicado fuerzas, reducido tiempos, acelerado velocidades, mejorado eficiencias, aumentado productividades en todos los órdenes de actividad humana. Ha sido una de las bases fundamentales del crecimiento económico desde que comenzó a acelerarse el cambio técnico con el Renacimiento y la Revolución Industrial. Además, se ha traducido en la generación de un vasto conjunto de nuevas actividades humanas: minería del carbón, extracción y procesamiento del petróleo, construcción de centrales, tendido de redes eléctricas, transporte terrestre y marítimo de combustibles, diseño y fabricación de calderas y motores, y muchas otras. La provisión de energía se ha convertido así en una de las áreas más dinámicas del crecimiento económico y de la concentración de poder a escala mundial, y su infraestructura constituye un componente característico del hábitat moderno.

Diagrama 6.2 EL SISTEMA ENERGETICO Y SUS EFECTOS AMBIENTALES DIRECTOS



OTRAS SOCIEDADES

Importaciones de energía

Flujos de Energía
Incidencias Ambientales

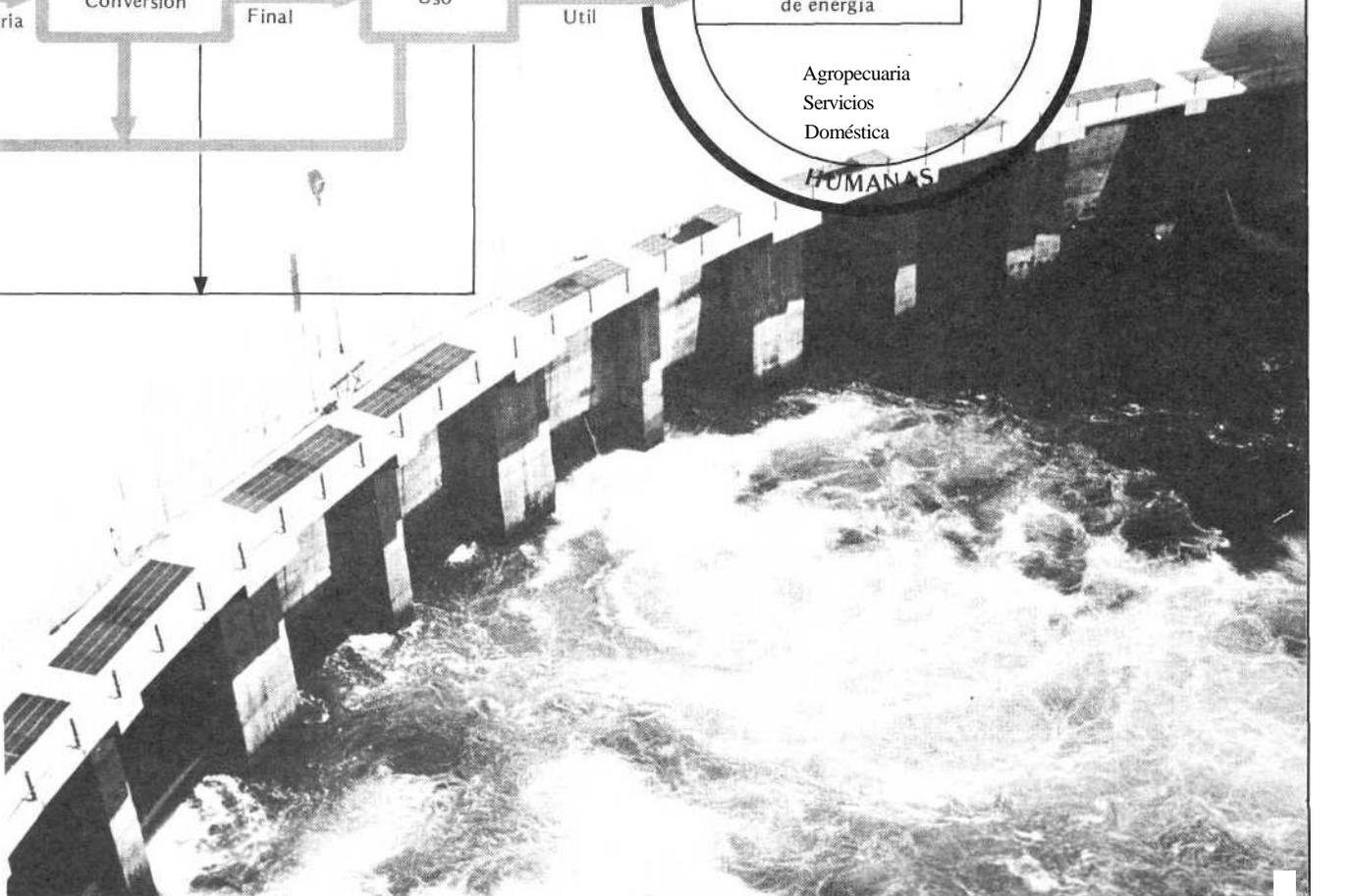
Conversión
Energía Final
Uso



energía

Flujos de Energía

Incidencias Ambientales



Cuadro 6.1. EFECTOS DIRECTOS POTENCIALES DE LA ENERGIA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE										
	PE-TRO-LEO	GAS NATU-RAL	CAR-BON	ES-QUIS-TOS		GEO-TER-MIA	HIDRO-ELEC-TRICI-DAD	SO-LAR	BIO-MA-SA	ESCA-LAS*
Sobre la Tierra										
Disponibilidad tierra			X	X			X	X	X	R, N
Remoción suelo			X	X						L
Inundación							X			R
Deforestación									X	R
Erosión						X			X	R, N
Desertificación						X			X	R, N, G
Hundimiento			X			X				L
Movimientos sísmicos						X	X			R
Contaminación química	X		X	X		X			X	L
Contaminación radiactiva					X					L
Contaminación térmica						X				L
Destrucción paisaje			X	X	X		X	X	X	L, R
Sobre el Agua										
Disponibilidad agua			X	X	X		X	X	X	R, N
Deforestación cuencas altas									X	R, N
Cambio hidrológico							X		X	R, N
Sedimentación							X		X	R
Contaminación química			X	X		X			X	R
Lluvia ácida	X		X	X		X			X	R
Contaminación radiactiva					X					L, R
Contaminación térmica	X		X	X	X	X				L, R
Derrame hidrocarburos	X									L, R
Sobre la Atmósfera										
Emisiones:										
Oxidos de azufre	X		X	X						L, R
Oxidos de nitrógeno	X		X	X						L, R
Monóxido de carbono	X		X	X						L, R
Partículas	X		X	X						L, R
Compuestos orgánicos	X		X	X		X				L, R
Trazas metálicas	X		X	X		X				L, R
Sulfuro de hidrógeno			X	X		X			X	L
Contaminación radiactiva					X					L, R, N
Incremento bióxido carbono	X	X	X	X		X		X	X	G
Otros Efectos Potenciales										
Ruido	X	X	X	X		X				L
Radio interferencia								X		L
Accidentes industriales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L, R
Explosiones	X	X	X	X						L
Sustracción material fisible					X					G

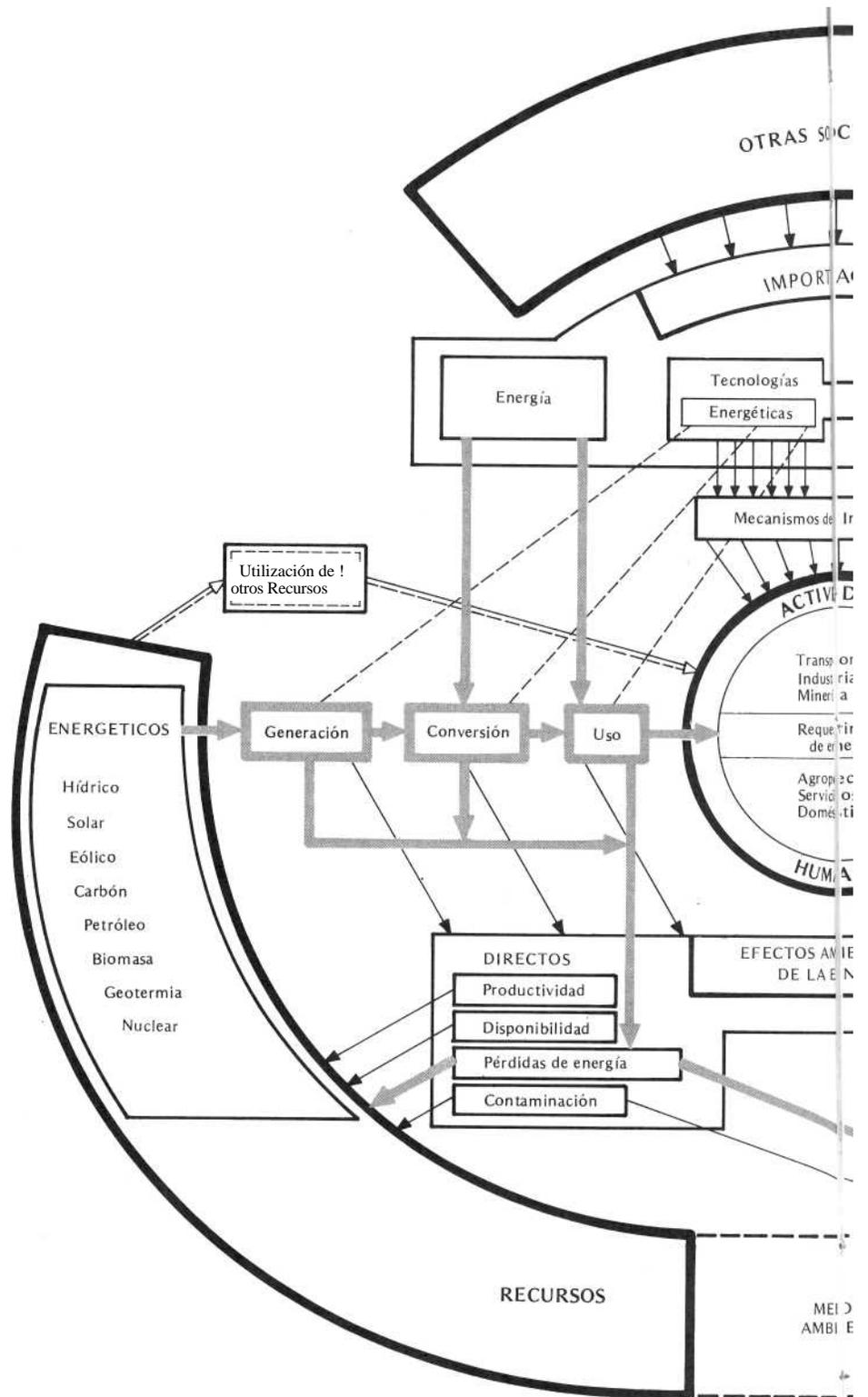
* Escalas: L—local; R=regional; N = nacional; G—global.

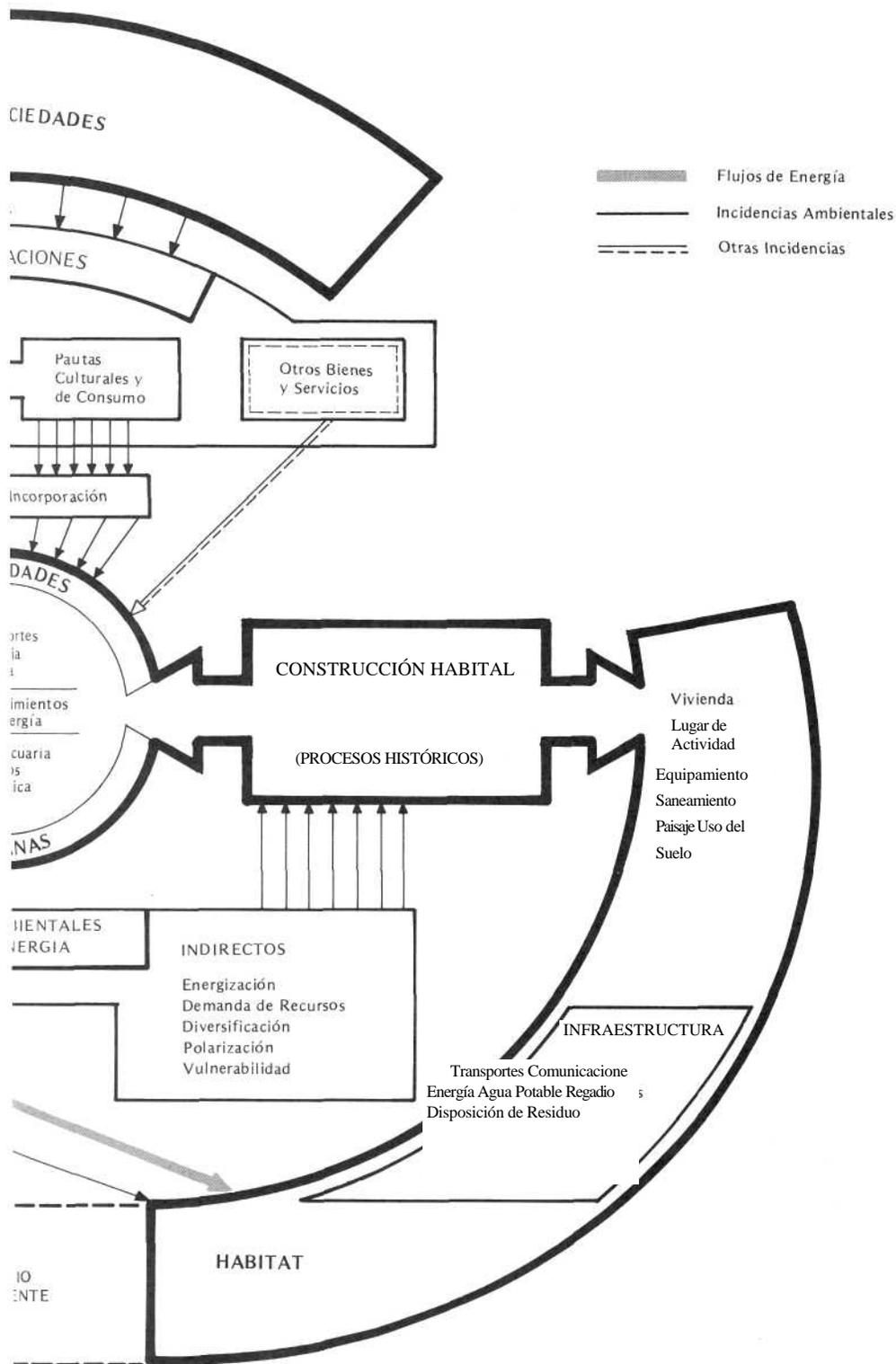
Fuente: Elaborado a partir de United Nations Environment Programme, The Environmental Impacts of Production and Use of Energy, Nairobi, 1979-1980, 3 vols.

- **Demanda de Recursos.** Un segundo efecto indirecto, que proviene del anterior, ha sido la enorme demanda de recursos naturales y financieros que ha provocado la energización de las actividades humanas. Como es bien sabido, hace apenas diez años el mundo tomó conciencia de que la disponibilidad de petróleo es limitada y que ha comenzado a disminuir. La de nuevos recursos hidroeléctricos ya está prácticamente agotada en los países industrializados. La carencia de leña, agudizada por los mayores precios del petróleo, está provocando graves problemas sociales y está destruyendo ecosistemas en todo el Tercer Mundo. Asimismo, los recursos financieros requeridos por la operación y el desarrollo de los sistemas energéticos actuales, que son cada vez más elevados, presionan con mayor fuerza sobre los presupuestos nacionales y ponen en peligro la calidad de vida en todo el mundo en desarrollo.
- **Diversificación de Actividades.** La diversificación de actividades es otro efecto indirecto de gran significación de la energía sobre el hábitat. A medida que se fueron incorporando nuevas fuentes y tecnologías energéticas, fue en aumento la variedad de nuevos materiales, procesos productivos, productos y modos de satisfacer necesidades humanas que se hicieron posibles. Pronto ellos también se hicieron indispensables, sustituyeron o complementaron a los satisfactores de necesidades preexistentes, y quedaron incorporados al hábitat de un modo estable. La sociedad actual es inconcebible, por ejemplo, sin las telecomunicaciones, que sólo fueron factibles cuando se desarrolló la electricidad.
- **Polarización Energética.** La contrapartida de la diversificación ha sido una fuerte polarización energética. Las diversas formas energéticas han servido como sustrato común de numerosas tecnologías diferentes. Al convertirse esas tecnologías en las dominantes de ciertas actividades humanas, quedaron integradas establemente al hábitat, haciéndolo depender por completo de la fuente energética en que se basaban. Es el caso, por ejemplo, de la fuerte polarización de los transportes hacia el carbón en una primera fase y hacia el petróleo en la fase actual. La costosa construcción de infraestructura para esas actividades consolidó aún más estos procesos de polarización y los hizo difícilmente reversibles. No sólo los transportes, sino todas las demás actividades humanas están polarizadas hacia el petróleo o 'petrolizadas' en la actualidad.
- **Vulnerabilidad Energética.** Finalmente, debe señalarse que, como consecuencia conjunta de todos los efectos anteriores, y de otros factores, se ha acrecentado fuertemente la vulnerabilidad energética del hábitat actual. La energización y la diversificación exigen seguridad de abastecimiento energético para que la sociedad funcione. La demanda de recursos hace competir entre sí a las actividades humanas, a los grupos sociales y a los países por recursos energéticos que comienzan a escasear, y exige cada vez más recursos financieros para asegurar el abastecimiento. La polarización se combina con diversos otros factores —materiales peligrosos, centralización, lejanía entre fuentes y usos, sustituibilidad limitada, rigideces, largos períodos de programación y construcción de obras, necesidades de personal altamente especializado, potencial para uso malicioso de sistemas de distribución¹ —para incrementar en forma continua las probabilidades y las ocurrencias de apagones, desabastecimientos prolongados y accidentes catastróficos. A todo lo anterior debe agregarse, por último, el enorme potencial de vulnerabilidad energética que presenta el escenario internacional, con sus grandes tensiones políticas y económicas.

Como conclusión de este examen, cabe señalar que, al igual que los directos, los efectos ambientales indirectos de la energía pueden ser tanto positivos como negativos. La energización y diversificación de actividades han tenido, sin duda, consecuencias muy positivas para la calidad de vida humana, aun cuando no pueda afirmarse que todas sus consecuencias sean necesariamente positivas. La demanda de recursos e incluso la polarización han sido también positivas, en la medida que han permitido aumentar la disponibilidad de algunos recursos y utilizar otros de menor costo, sin embargo, tienen, al mismo tiempo, un aspecto negativo, pues exigen disponibilidades siempre crecientes, lo cual ya se ha enfrentado con situaciones críticas a nivel mundial en el caso del petróleo. Los problemas de vulnerabilidad del hábitat son claramente los más serios, y parecen estar constantemente en aumento.

Diagrama 6.3. ACTIVIDADES HUMANAS, ENTORNO Y EFECTOS AMBIENTALES DE LA ENERGÍA





Entorno internacional, tecnología y cultura

Las incidencias internacionales más simples y evidentes sobre el sistema energético de la sociedad son las importaciones de energía y las de otros bienes y servicios que influyen en la producción y el uso de energía, como automóviles o equipos industriales. También inciden, naturalmente, las exportaciones que realiza el país y sus requerimientos de energía. No es preciso detenerse en estos temas, que están implícitos en lo previamente discutido.

Corresponde señalar aquí otros dos procesos que tienen incidencia profunda y duradera sobre los efectos ambientales de la energía: la incorporación de tecnologías y la de pautas culturales y de consumo provenientes de otras sociedades. Parte importante de los efectos directos e indirectos de la energía tiene su origen en las características de las tecnologías, en los contenidos de las pautas culturales y de consumo, y en el modo dependiente y acrítico en que ha tenido lugar su incorporación a la sociedad chilena.

El origen en las tecnologías importadas de muchos efectos ambientales de la energía es evidente al tener en cuenta la escasa capacidad de generación tecnológica autónoma que Chile se ha dado. Las tecnologías modernas siempre traen consigo pautas culturales y de consumo, e introducen en el hábitat los objetos y valores de la civilización industrial, con sus características energéticas y efectos ambientales ya descritos. La vulnerabilidad de Chile ante los riesgos petroleros internacionales sería mucho menor, por ejemplo, si se hubiera buscado para las áreas residenciales soluciones urbanísticas diferentes al estilo de los suburbios de EE.UU., con sus enormes extensiones territoriales y su polarización total hacia el transporte a petróleo.

Las tecnologías y las pautas culturales y de consumo se incorporan conjunta e integradamente en la sociedad y en su hábitat, mediante lentos procesos culturales y económicos que para el caso chileno están recién comenzando a ser estudiados². No se trata de procesos automáticos, unidireccionales, casi fatalistas, sino de procesos perfectamente controlables por una sociedad que tome conciencia crítica de ellos y decida orientarlos hacia el mejoramiento de la calidad de vida de toda su población. Un requisito fundamental para que esta orientación sea viable es que la sociedad realice esfuerzos activos de adaptación y creación tecnológica. Para que pueda iniciarse un proceso de este tipo en Chile es preciso que las autoridades económicas y políticas —en el Estado, en las diversas áreas de actividad pública y privada y en las universidades— superen el 'complejo de inferioridad tecnológica' que las caracteriza y que sólo refleja una imagen distorsionada del potencial científico y tecnológico de Chile.

Hacia una Planificación desde el Medio Ambiente

El pensamiento convencional sobre desarrollo, basado en conceptos puramente económicos, ha estado centrado en las actividades humanas —aunque, significativamente, ha excluido la actividad doméstica— y ha ignorado con frecuencia aspectos fundamentales de su entorno. Ha identificado, en forma simplista, desarrollo con crecimiento de esas actividades, descuidando casi por completo las condiciones en que tiene lugar tal crecimiento: cómo utiliza los recursos y qué deja para el futuro, cuán seguro o vulnerable para toda la población es el hábitat que construye, cuánto consolida o debilita la identidad cultural del país. Para nadie es un misterio que esas concepciones del desarrollo están en crisis profunda, que refleja la crisis integral de calidad de vida, sustentabilidad y autodeterminación que denominamos subdesarrollo. Cualquier insistencia en las mismas concepciones sólo podrá acentuar esta crisis.

La creciente conciencia sobre el significado profundo del medio ambiente ofrece caminos de salida a esta crisis que son viables. No son fáciles, como fue la imitación de las pautas de crecimiento de los países industrializados. Son caminos que exigen un esfuerzo deliberado de creación tecnológica y cultural, dirigido a construir un futuro diferente o 'alternativo', futuro que no es en absoluto el mismo que señalan las proyecciones de las tendencias actuales. En otros términos, son caminos que exigen una nueva práctica social de planificación —creación del futuro— que no puede ser centralista o tecnocrática sino participativa y que no puede seguir considerando al medio ambiente como una mera restricción al crecimiento sino como un punto de partida para el proceso creativo: planificación desde el medio ambiente, desde los recursos y el hábitat.

En la última sección de este capítulo se señalan algunas perspectivas sobre una planificación de este tipo para el sistema energético de Chile.

Recursos energéticos nacionales y estructura del consumo de energía.

La estructura del consumo de productos energéticos muestra una fuerte polarización hacia el uso de hidrocarburos. Estas fuentes no son renovables y no contamos con abundantes cantidades de ellas. De allí que por razones de seguridad en el abastecimiento de largo plazo se hace necesario diversificar nuestra base energética. Se hace también necesario incorporar fuentes renovables para disminuir la dependencia de las fuentes no disponibles en el país.

Recursos y Reservas

El recurso energético es un bien disponible en la naturaleza, que puede ser renovable o no. Sin embargo, la cantidad existente no está siempre bien determinada, por falta de prospección o por informaciones incompletas.

Además, los recursos energéticos existentes en la naturaleza no son aprovechables completamente, por razones técnicas y económicas. Si se trata de un recurso renovable será necesario explotarlo con racionalidad de tal manera de no comprometer su capacidad de reproducción. De este modo aparece lo que se llama 'reservas energéticas probadas', que son "bienes materiales

que han sido identificados y que pueden ser extraídos y utilizados de acuerdo con la tecnología existente y a los costos económicos que requieren"¹. Chile tiene importantes reservas probadas de distintas fuentes energéticas, y grandes recursos de otras fuentes. Sin embargo, el territorio nacional no ha sido suficientemente explorado en cuanto a todos sus recursos energéticos. Por otro lado, se desconocen las potencialidades de aplicación de importantes recursos como el sol, el viento y las mareas cuyas magnitudes podrían ser importantes.

Consumo Bruto de Productos Energéticos y Reservas Nacionales

De cualquier modo, sin considerar las importantes potencialidades futuras de recursos tales como el sol, el viento, las mareas y la geotermia, existe en Chile un desequilibrio evidente entre nuestra base energética tradicional y la estructura de nuestro consumo de productos energéticos. En la Tabla y el Gráfico se establecen las proporciones en que consumimos los distintos productos energéticos y las reservas nacionales de esos mismos recursos.

RESERVAS NACIONALES Y CONSUMO BRUTO DE PRODUCTOS ENERGÉTICOS

FUENTE	Reservas MTEP*		Consumo Bruto MTEP ^a	
Petróleo	48 ^a	2,4	3,7	45,2
Carbón	647 ^a	31,7	0,8	9,9
Gas Natural	43 ^a	2,1	1,1	3,6
Hidroelectricidad	517 ^b	25,3	0,7	9,0
Leña y Otros	786 ^c	38,5	1,8	22,3
Total		100,0	3,1	100,0

* Millones de toneladas equivalentes de petróleo.

Fuente:

^a WEC 1980: *World Energy Conference, Survey of Energy Resources, 1980. Prepared by BGR, Federal Institute of Geosciences and Natural Resources, Hannover, Federal Republic of Germany, for the 11 th World Energy Conference, Munich, September, 1980. Texto 351 p.; apéndices: tablas y mapas.* " *OLADE, Organización Latinoamericana de Energía. Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE), noviembre, 1981, Quito, Ecuador.* ^c Alvarado, S.; *An End-Use Oriented Energy Scenario, Country Study: Chile 2020, 77 p. Apéndices: tablas y gráficos, 1984.*

Es difícil encontrar información de reservas que sean consistentes entre sí, pues se utilizan diversas metodologías de evaluación. La Tabla se ha construido teniendo especial cuidado en seleccionar información cuyos órdenes de magnitud son los más comúnmente aceptados. Para la hidroelectricidad y la leña, que son fuentes renovables, se aceptó el criterio de reserva para un horizonte de 30 años.

El consumo bruto de productos energéticos viene del balance de energía² y corresponde al consumo de productos energéticos antes de ser transformados en productos energéticos de uso final.

Petróleo. Se observa que el producto energético más importante en la estructura de consumo actual es el petróleo crudo. Sin embargo, es evidente que nuestra base probada de este recurso es bastante débil, incluyendo, además, el hecho de que nuestra producción bruta nacional de petróleo crudo sólo alcanza en 1982 al 58 por ciento del consumo bruto de este mismo producto³. En términos del impacto en divisas esto es aún más grave. Al mismo tiempo se sabe que la producción nacional empezará a declinar dado que no se han descubierto nuevos yacimientos de importancia.

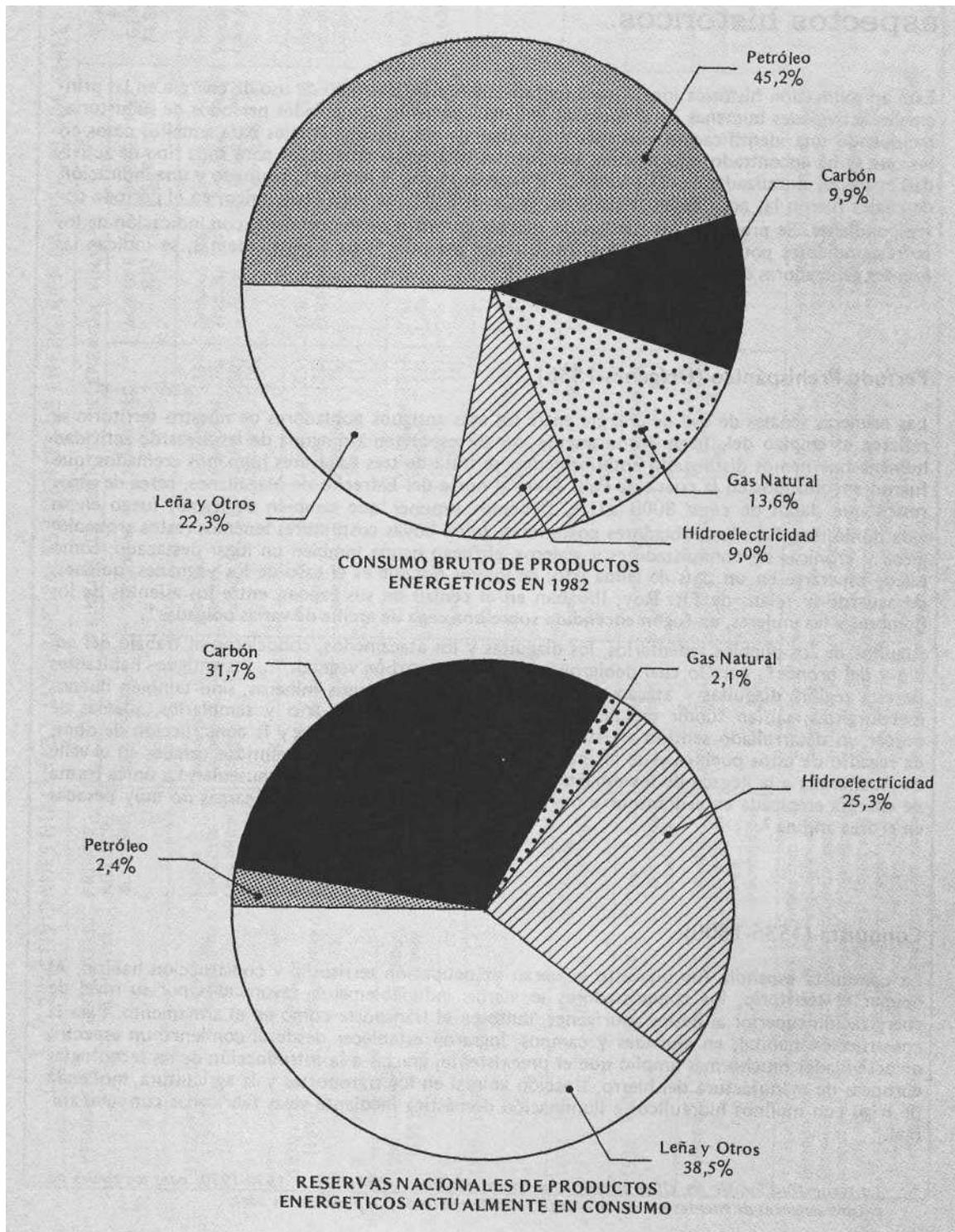
Carbón. En cuanto al carbón, recurso muy abundante, aun cuando se encuentra lejos de los centros de consumo, se observa que mientras representa un 31,7 por ciento de nuestras reservas, sólo llega a poco menos del 10 por ciento de nuestro consumo bruto de energía. Es importante destacar, además, el desafío tecnológico que puede significar un mayor aprovechamiento, en distintas condiciones y formas, del carbón de Magallanes que es donde se encuentra la gran parte de las reservas nacionales de este recurso.

Hidroelectricidad. En el caso de la hidroelectricidad se observa una situación similar a la del carbón en cuanto a órdenes de magnitud. El aprovechamiento de este recurso sólo alcanza al 12,3 por ciento de su potencial⁴. Se trata, además, de un recurso renovable y de características muy superiores a los otros en cuanto a la contaminación ambiental. Su potencial fue calculado para un horizonte de 30 años, aun cuando es difícil que en ese período se alcance a aprovechar completamente.

Leña y Otros. Las reservas de leña, calculadas sobre la base de una utilización anual máxima del recurso durante 30 años son importantísimas. La leña podría ser usada con mucho mejor eficiencia y en distintas formas, presentando también un importante desafío tecnológico para los investigadores nacionales. Este consumo anual máximo, calculado por FAO⁵, es de alrededor de 26 MTEP, superior al estimado por la Comisión Nacional de Energía⁶. De cualquier modo el potencial energético forestal puede desarrollarse aún más con las plantaciones energéticas a pequeña y gran escala.

Para la hidroelectricidad y la biomasa —leña y otros- se puede señalar que, por su renovabilidad, su importancia es creciente en la base energética a medida que se extiende el horizonte de tiempo considerado.

Finalmente, cabría hacer notar el hecho de que no sólo es necesario acercar nuestra estructura de consumo a nuestra base de recursos convencionales. Además, es indispensable diversificar aún más, con especial atención a las fuentes nuevas y renovables. Esto llevaría al país a proyectar su desarrollo sobre una base energética menos dependiente del extranjero, más descentralizada y ambientalmente sustentable en el largo plazo.



Energía y medio ambiente en Chile: aspectos históricos.

Esta aproximación histórica identificará tentativamente los patrones de uso de energía en las principales actividades humanas de la sociedad chilena, dentro de los grandes períodos de su historia, incluyendo una identificación aún más preliminar de efectos ambientales para aquellos casos en los que se ha encontrado información. Las fuentes de energía empleadas para cada tipo de actividad aparecen sintetizadas en el Cuadro 6.2, en conjunto con el territorio ocupado y una indicación de cuáles fueron las actividades principales, desde el punto de vista económico, en el período correspondiente. Se presentan las fuentes de energía en orden de importancia, con indicación de los correspondientes porcentajes para los tres últimos períodos*; para ellos, además, se indican las fuentes generadoras de electricidad.

Período Prehispánico (Orígenes-1536)

Las primeras señales de uso de energía entre los más antiguos pobladores de nuestro territorio se refieren al empleo del fuego. Irónicamente, no corresponden a ninguna de las áreas de actividad humana que hemos distinguido anteriormente: se trata de tres cadáveres humanos cremados, que fueron encontrados en la cueva de Palli Aike, al norte del Estrecho de Magallanes, cerca de otros restos que datan de *circa* 8000 a.C.³. Debemos suponer que también utilizaban fuego en su vida doméstica. Para los pobladores posteriores, sobre cuyas costumbres tenemos restos arqueológicos y crónicas de conquistadores y viajeros, el fuego ocupa también un lugar destacado, como puede esperarse en un país de clima frío; de interés notable es el caso de los yaghanes, quienes, de acuerdo al relato de Fitz-Roy, llevaban en el centro de sus canoas, entre los asientos de los hombres y las mujeres, un fogón encendido sobre una capa de arcilla de varias pulgadas⁴.

Algunos de los pueblos sedentarios, los diaguitas y los atacameños, conocieron el trabajo del cobre y del bronce⁵, para lo cual debieron utilizar leña o carbón vegetal. "... los antiguos habitantes de esta región, diaguitas y atacameños, han sido no sólo buenos mineros, sino también buenos metalurgistas; sabían fundir metales y minerales, trabajarlos en frío y temprarlos, además de poseer un desarrollado sentido artístico"⁶. Toda la labranza agrícola y la construcción de obras de regadío de estos pueblos y de los posteriores invasores incásicos —veintidós canales en el valle de Aconcagua a la llegada de los españoles— se realizó a base de fuerza muscular. La única forma de energía empleada en el transporte fue el lomo de llama, para trasladar cargas no muy pesadas en el área andina⁷.

Conquista (1536-1600)

La conquista española fue un vasto esfuerzo de ocupación territorial y construcción hábitat. Al ocupar el territorio, los conquistadores se vieron indudablemente favorecidos por su nivel de energización superior al de los aborígenes, tanto en el transporte como en el armamento. Para la construcción hábitat, en ciudades y campos, lograron establecer desde el comienzo un espectro de actividades mucho más amplio que el preexistente, gracias a la introducción de las tecnologías europeas de manufactura del hierro, tracción animal en los transportes y la agricultura, molienda de trigo con molinos hidráulicos e iluminación doméstica mediante velas fabricadas con sebo animal.

La reconstrucción de las cifras presentadas en los períodos 1880-1930 y 1930-1970, para los cuales no existen balances de fuentes y usos de energía, ha sido realizada por Juan Carlos Sáez,

Cuadro 6.2. ACTIVIDADES HUMANAS Y SUS PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA EN LA HISTORIA DE CHILE*

PERIODO	TERRITORIO OCUPADO	PRINCIP. ACTIVIDAD. ECONOM.	PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA FINAL**					FUENTES PARA GENERAC. ELECTRICA**
			TRANSPOR-TES	MINERIA	MANUFAC-TURAS	AGROPECUA-RIO	DOMESTICO SERVICIOS	
1970 - Presente (1977)	Tarapacá - Magallanes	Cobre Industria Otra Minería Agropecuario Forestal	Petróleo (95) Carbón M. (4) Electric. (1)	Petróleo (72) Electric. (24) Carbón M. (3)	Petróleo (39) Carbón M. (26) Leña (20) Electric. (14)	Petróleo (66) Trac. A. (34)	Leña (47) Petróleo (40) Electric. (9) Carbón M. (4)	Hidro (67) Petróleo (22) Carbón M. (9)
1930 - 1970 (1950)	Tarapacá - Magallanes	Cobre Industria Otra Minería Agropecuario Forestal	Petróleo (70) Carbón M. (29) Electric. (1)	Petróleo (62) Electric. (30) Carbón M. (9)	Carbón M. (55) Leña (22) Petróleo (16) Electric. (7)	Trac. A. (71) Petróleo (29)	Leña (86) Carbón M. (10) Petróleo (3) Electric. (1)	Hidro (56) Petróleo (36) Carbón M. (8)
1880 - 1930 (1913)	Tacna-Chiloé, Magallanes	Salitre Cobre Agricultura Ganadería	Carbón M. (92) Petróleo (7) Electric. (1)	Petróleo (52) Carbón M. (46) Electric. (2) Leña (?)	Carbón M. (91) Petróleo (8) Electric. (1) Leña (?)	Trac. Animal Leña	Leña (87) Carbón M. (12) Electric. (0,5) Petróleo (0,5)	Hidro (51) Petróleo (43) Carbón M. (6)
1830 - 1880	Atacama - Bío-Bío	Minería Agricultura	Carbón Mineral Leña Viento Trac. Animal	Carbón Mineral Carbón Vegetal	Hidro Carbón Mineral Leña	Trac. Animal Leña	Leña Cera Carbón Mineral	
1600 - 1830	Atacama - Bío-Bío	Minería Agricultura	Trac. Animal Lomo Animal Viento	Carbón Vegetal Leña	Carbón Vegetal Leña Hidro	Trac. Animal	Leña Sebo	
1536 - 1600	Coquimbo - Maule	Oro Agricultura Ganadería	Lomo Animal Trac. Animal	Carbón Vegetal Leña	Carbón Vegetal Leña Hidro	Trac. Animal	Leña Sebo	
Orígenes - 1536	n.a.	Ganadería Agricultura Pesca Recolección	Lomo Animal	Carbón Vegetal Leña	Carbón Vegetal Leña		Leña	

* Las cifras entregadas para los últimos tres periodos son porcentajes. No corresponden a los periodos completos sino a algún año intermedio para el que fue posible reconstruir la información y que está indicado entre paréntesis. Todas esas cifras se refieren a energía final (ver diagrama 6.2), ya que ni siquiera para el presente existen cifras de energía útil. En forma consistente con nuestra

definición de energización, hemos excluido de este cuadro la energía humana, que siempre está presente y sobre cuyo tratamiento hay controversia entre los especialistas; igualmente, hemos excluido la energía incorporada en alimentos, insumos productivos y bienes de capital. Las fuentes de información están señaladas en el texto que describe cada periodo histórico.

** **PETRÓLEO** Petróleo y derivados.
ELECTRIC. Energía eléctrica.
CARBÓN M. Carbón mineral y derivados
CARBÓN V. Carbón vegetal
Hidro Energía hidráulica.
TRAC. A. Tracción animal.
LOMO ANIM. Lomo de animal.
VIENTO Energía eólica.

"El transporte terrestre se efectuó en un comienzo a espaldas de indios y en caballos, aunque también se emplearon llamas en los extremos norte y sur, donde había mayor cantidad de auquénidos. El peso que podía cargar un indio fue fijado en 23 kilos por el Cabildo de Santiago, para remediar los abusos que se cometían y que, por cierto, siguieron cometiéndose. Las llamas podían cargar cerca de 70 kilos, de manera que es fácil imaginar el tamaño de las caravanas de hombres y animales que se requerían para movilizar cualquier cargamento"⁸.

"Una importancia considerable tuvo la construcción de carretas, que, pese a las malas condiciones de los pocos caminos y huellas, prestaron buena ayuda al transporte. Por sobre todo, aliviaron a los indígenas, que, en los primeros años, habían tenido que servir como cargadores. Gracias a la habilidad de Bartolomé Flores, que, como carpintero, conocía bien el oficio, pudieron fabricarse buenas carretas"⁹. "Su empleo significó un gran avance en el volumen de mercadería que podría contener o el peso de la carga, equivalente a más de 600 kilos. Como medio de transporte era más económico..."¹⁰.

Con referencia también a los transportes, es interesante la evolución que tuvo el que seguramente fue el primer mercado energético de Chile, el de los caballares, por la importancia que tenían para la guerra y las comunicaciones. La escasez inicial era muy grande y fue siendo subsanada a medida que se desarrolló la crianza. "Inicialmente su precio era de 1.500 a 2.000 pesos y hacia 1.549 el precio había descendido a 800 ó 1.000 pesos... Hacia 1558, el precio promedio era de 180 pesos por caballo. En 1564 podía obtenerse uno por 50 pesos y aun por 36, aunque el promedio era de 90 y se mantuvo durante veinte años por lo menos" ¹¹ .

En lo que respecta a la minería, la búsqueda y explotación del oro estuvieron entre las principales actividades y motivos económicos de la conquista. "Los yacimientos trabajados por los conquistadores, con la excepción de los de Andacollo, no eran minas sino lavaderos y, por lo tanto, correspondían a arenas superficiales de fácil explotación"¹². Podemos suponer que el empleo de energía no humana fue muy escaso en esta actividad. El hierro, que fue introducido por los conquistadores, era importado desde España. El cobre de este período continuó siendo el de los indígenas¹³, y principalmente a éste se refiere la indicación de fuentes energéticas par la minería que figura en el Cuadro 6.2.

Las principales actividades manufactureras que emplearon energía parecen haber sido las de herreros, espaderos y molineros. Los dos primeros deben haber empleado carbón vegetal para sus fraguas. Los molineros utilizaron energía hidráulica; en Santiago lo hicieron aprovechando el agua de canales del Mapocho⁴.

La energización y consiguiente diversificación de la agricultura no fue inmediata, ya que requirió el desarrollo previo de suficientes masas ganaderas de animales de tiro y de la herrería para fabricar implementos. "Para los conquistadores, el maíz fue muy importante en los primeros tiempos, cuando sus propias especies aún no se extendían... Los naturales, en cambio, siguieron dependiendo de él... La siembra era fácil: con un palo aguzado se abría un hoyo donde se echaban algunos granos, que luego se tapaban groseramente. El trigo, en cambio, requería del uso del arado o de rejas, con sus correspondientes yugos, bueyes o caballos"¹⁵.

En la actividad doméstica, las velas de sebo y la leña eran las únicas fuentes de energía. Las velas y el sebo ya comenzaban a constituir un importante objeto económico, incluso en relación con el exterior. "El año 1583, a raíz de los envíos de sebo y velas al Perú, el Cabildo santiaguino prohibió efectuar nuevas remesas por la escasez que se dejaba sentir; pero antes de un mes revocaba la orden"¹⁶.

Con respecto a la leña y la madera, y ante los problemas de sobreexplotación de recursos que muy pronto se suscitaron, se gestó el que tal vez fue el primer régimen de protección ambiental de Chile, que estuvo basado en las concepciones de la sociedad y el derecho provenientes de España:

"Una mención especial merece el régimen relativo a los montes. Su calidad de bienes comunes fue respetada pero la explotación más o menos intensa de las arboledas cerca de Santiago, determinó al Cabildo de la ciudad a solicitar su inclusión como propios, de manera de poder vigilar la extracción de madera. El gobernador accedió y, por acuerdo del 26 de julio de 1549, otorgó al Cabildo, en nombre del Rey, todo el monte del valle de Maipo, desde la cordillera al mar. Quedaba incluida el área de Talagante y El Monte, cuyos bosques eran los más extensos".

"Con el fin de preservar la vegetación, el municipio dictó diversas disposiciones. Primero ordenó que toda persona que cortase madera dejase un vástago suficiente para la formación de un renoval. Posteriormente reglamentó el corte de madera de modo que nadie pudiese sacar madera sin autorización. Los permisos fueron dados para uso propio de los interesados, determinando el objeto a fin de evitar que el bosque fuese talado con fines comerciales. No se cobraban derechos por estas autorizaciones"¹⁷.

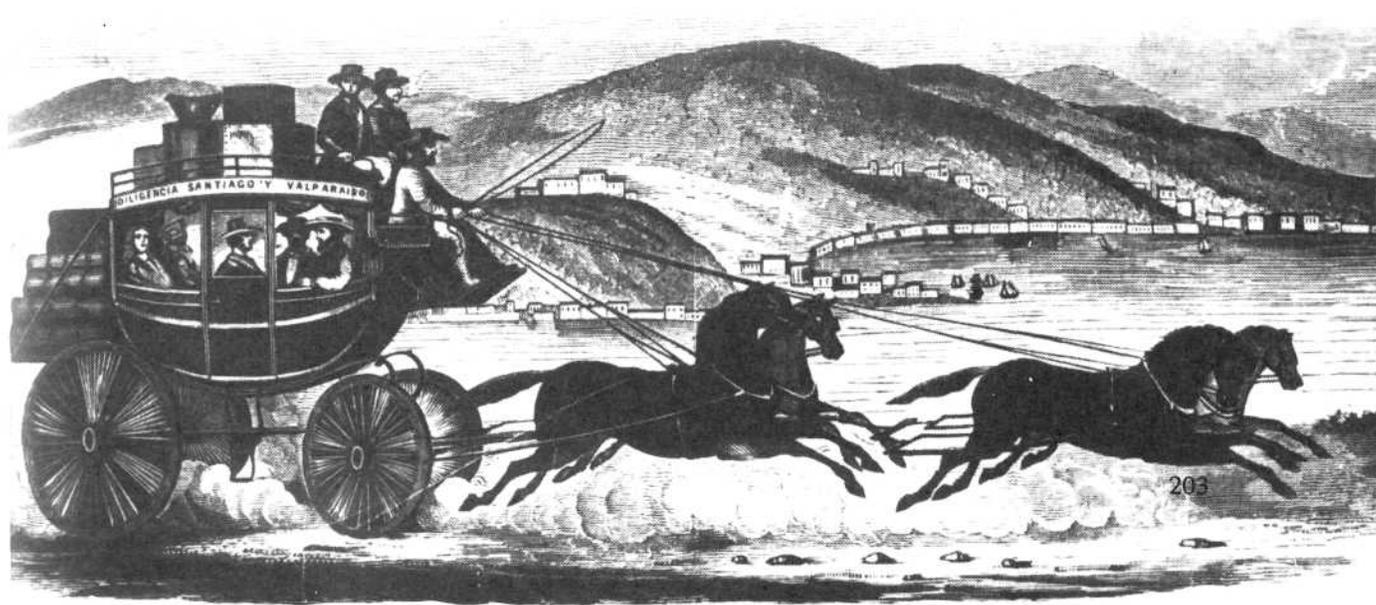
Colonia y Comienzos de la República (1600-1830)

El período se caracterizó por una gran continuidad en todas las actividades y modalidades de construcción hábitat establecidas durante la conquista. Chile se conectaba con el exterior a través del Perú y de España, y España nunca estuvo a la cabeza del cambio cultural, tecnológico y de estructura social que conduciría a la Revolución Industrial.

Salvo en lo que se refiere a los efectos de la actividad minera sobre los bosques del norte, los cambios fueron, ante todo, cuantitativos: se amplió el territorio efectivamente ocupado hasta Atacama, por el norte, y se consolidó la frontera sur en el Bío-Bío; se fundó gran número de ciudades; se mantuvo la producción de oro y plata como medios de pago y se desarrolló la de cobre como producto de exportación; se extendió la agricultura a través de la hacienda y se desarrolló la exportación de trigo, de sebo y de otros productos; se amplió la actividad artesanal y manufacturera. La única fuente nueva de energía que se ha incorporado al Cuadro 6.2 es el viento en los transportes, reflejando el desarrollo del tráfico marítimo mediante barcos de vela.

Posiblemente el primer esfuerzo de intervención estatal en el campo energético, que ha sido calificado como 'planificación', fue el que estuvo relacionado con el sebo en el siglo XVIII:

"Aunque el término 'economía dirigida', o 'planificada', sólo puede aplicarse a aquellos sistemas de nuestros días, que actúan sobre toda la vida económica de un pueblo... uno se halla tentado a usarlo, al considerar las numerosas reglamentaciones de que fue objeto el sebo, durante el Coloniaje... En resumen, si agrupáramos estos curiosos datos, junto con otros ya conocidos, obtendríamos un plan regulador, a base de los siguientes puntos. Primero: fijación, en cada corregimiento, del número de animales que debía beneficiarse por cada uno de los productores de sebo, a fin de evitar que faltara el ganado necesario al país y al ejército. Segundo: definición precisa del artículo y prohibición de mezclarlo con grasa. Tercero: fijación del precio a que debía venderse en el reino y demás reglas sobre su expendio al público. Cuarto: indicación de la cantidad de sebo que podía exportarse, para evitar escasez interior. Quinto: control de la exportación, mediante inspecciones de los embarques y obligación de los productores de estampar sus marcas en los costales, a fin de impedir y castigar las adulteraciones. Sexto: medidas reguladoras para asegurar su buen precio en el mercado de Lima; entre ellas, la de prohibir que se beneficiara ganado durante



ciertas épocas, para evitar la superproducción, o la de ordenar que los navíos que transportaban el sebo salieran sólo cada tres meses de Valparaíso, a fin de que no abundara en los almacenes del Perú, o la de enviar embajadores ante el virrey y los colegas del Cabildo de Lima, para tratar con ellos del referido tráfico"¹⁸.

Un episodio de nuestra historia ambiental y energética que está prácticamente sin estudiar, y que es de gran significación es el de la deforestación de Atacama y Coquimbo provocada por el uso de leña en la actividad minera durante los siglos XVIII y XIX. Algunas referencias a este episodio, que dan informaciones contradictorias sobre la tecnología, son las siguientes:

"En cuanto a la fundición de los minerales extraídos, se hacía ella en hornos del todo semejantes, salvo sus proporciones, a los hoy en uso para fabricar carbón vegetal y consistían en cámaras ovaladas, de tierra cocida y simétricamente perforadas por una serie de agujeros que establecían el tiraje y la circulación interna del aire. En la parte baja y vecina al piso del horno se colocaban dos troneras o bocas: una que se utilizaba para extraer la 'sangría' o cobre líquido y la otra para avivar la combustión por medio de grandes fuelles, que denominaban 'mangas'. De ahí el nombre de 'hornos de manga' con que se les conocía. Como es fácil comprenderlo, estos hornos consumían mucha leña, ya que su carga se hacía en capas alternadas de mineral y combustibles, y contribuyeron así en forma despiadada, al agotamiento de los bosques naturales, muy comunes y abundantes en esta época en las provincias del norte. Por algo fue bautizado Copiapó a la fecha de su fundación (1744) con el nombre de 'San Francisco de la Selva'. Este sistema primitivo duró por más de un siglo, como que sólo fue trocado en 1834..."¹⁹.

"...la metalurgia del cobre se llevaba casi exclusivamente por la vía pirometalúrgica. Hubo en aquella época la costumbre de construir pequeños hornos cuadrados o cilíndricos, bajos y con un crisol enterrado en la tierra, los que se llenaban con mineral oxidado mezclado con el carbón de leña, el que reducía la carga a cobre metálico. El tamaño de estos hornos se puede evaluar por el hecho de que las 61 minas dotadas con estos hornos, en conjunto, producían unas 1.500 toneladas por año, o sea, no más de unas cinco toneladas por día"²⁰.

"Con fecha 19 de diciembre de 1789 el Subdelegado del Huasco daba cuenta al Gobernador don Ambrosio O'Higgins, de haberse descubierto varias vetas de carbón de piedra en el Partido, a lo cual el activo y previsor mandatario contestaba —el 15 de enero siguiente— recomendando al informante fomentase el uso de este carbón en la fundición del cobre, ya que la leña comenzaba allí a escasear. No adquirió, sin embargo, importancia la extracción del carbón allá en el norte, no sólo en la época colonial, sino también durante la era republicana"²¹.

Primer Período Exportador (1830-1880)

Uno de los cambios económicos fundamentales que trajo consigo la independencia de Chile fue la eliminación de las restricciones que prohibían el comercio con países externos al Imperio Español. La consiguiente apertura de Chile a otros mercados, y también a la incorporación de las nuevas formas de energía y a las nuevas tecnologías que se estaban desarrollando en el contexto de la Revolución Industrial, abrió un nuevo ámbito de cambios significativos en nuestras modalidades de utilización de recursos y construcción hábitat.

En cuanto a la minería, la de plata tuvo gran importancia económica a partir del descubrimiento, en 1832, del mineral de Chañarcillo; pero no tuvo tanta significación como el cobre en el valor de las exportaciones totales ni en el tema que aquí nos ocupa. El rumbo que tomó, en este período, la producción de cobre estuvo ligado principalmente a la figura de Carlos Santiago Lambert, empresario que supo aprovechar las grandes oportunidades que ofrecían a los recursos naturales chilenos las nuevas tecnologías y los nuevos mercados internacionales. Sus innovaciones fueron numerosas a partir del avance tecnológico europeo con el que siguió conectado después de su llegada a Chile en 1824²². La más significativa fue la introducción de un proceso originado en Gales que permitía aprovechar los abundantes sulfuros de cobre, que en las explotaciones chilenas de la época se descartaban, siendo sólo utilizables los óxidos en los antiguos hornos de manga.

En estas actividades de tratamiento de cobre se utilizaba hulla importada de Gran Bretaña, que tenía alto costo. Pronto se generó interés por utilizar carbón chileno, pero hubo polémicas sobre su calidad; en 1845 el científico Ignacio Domeyko preparó un informe técnico y económico sobre

los carbones chilenos comparados con los ingleses, informe que señalaba, entre otras cosas, que la capacidad de producción nacional era insuficiente para la demanda que se estaba generando. Este informe, y la ley que lo siguió, tuvo gran importancia en el desarrollo de la minería del carbón y de las actividades de fundición de cobre en la zona de Arauco y Concepción.

En la esfera de los transportes, la primera línea comercial de vapores que operó en nuestras costas, la 'Pacific Steam Navigation Company', fue establecida en Londres por otro innovador y empresario europeo, Guillermo Wheelwright, a través de una concesión por diez años, otorgada por Chile y Perú. La línea inició sus operaciones con la llegada a Valparaíso, en 1840, de sus dos barcos, el 'Chile' y el 'Perú', en un viaje en que debieron emplear también sus velas. El creciente comercio internacional sustentó el desarrollo de esta compañía y el establecimiento de otras dos, en 1864 y 1870, fusionadas en 1872, dando origen a la 'Compañía Sudamericana de Vapores'.

El primer ferrocarril de Chile, entre Copiapó y Caldera, fue construido, también, por Wheelwright, quien, además, se interesó en la minería del carbón de la zona de Concepción. Se iniciaba, así, un proceso de extensión ferroviaria que llegó a constituir, durante muchas décadas, uno de los principales objetivos de desarrollo del país. En 1853 se inició la construcción del ferrocarril entre Santiago y Valparaíso y, a partir de 1857, la del ferrocarril del sur. Es preciso mencionar que los primeros ferrocarriles chilenos no operaron siempre a carbón sino también a leña, ejerciendo presiones sobre este recurso:

"En nuestro ferrocarril del Sur el uso exclusivo de leña correspondió a la sección de Santiago a San Fernando hasta el año de 1863, pues el transporte de carbón no podía hacerse desde Valparaíso en forma económica antes de este año, que fue el de llegada del primer tren a la capital y desde el puerto. Este inconveniente obligaba a mantener grandes depósitos de leña en algunas estaciones, como ser: San Francisco, Graneros, Pelequén y otras, continuándose aún por un tiempo con el empleo de dicho combustible en la sección de San Fernando a Curico"²³.

La actividad minera y la de los transportes tuvieron un peso decisivo en el crecimiento económico, en el comercio internacional, en la ocupación del territorio y en la construcción hábitat de este período. Ellas pudieron ser viables gracias al descubrimiento y al desarrollo de los recursos de carbón de la zona de Arauco y Concepción. Sin estos recursos, la historia económica habría sido muy diferente, pues habría sido preciso seguir utilizando carbón importado —de más alto costo—, y también habría sido distinta la historia ambiental, debido a las presiones aún mayores a que habrían estado sometidos los recursos forestales del país. Los indicios sobre la existencia de carbón se remontan a la Colonia y las primeras solicitudes de concesiones de explotación, a la década de 1820. En 1833 se ratificó la vigencia de las reales ordenanzas de minería de Nueva España, y en 1840 el gobierno hacía venir de Europa a un especialista para asegurar el abastecimiento de carbón a los dos barcos próximos a llegar. El informe Domeyko, ya mencionado, data de 1845. En 1852 se intensificaban las actividades mineras en Lota, que habían comenzado en pequeña escala ocho años antes, y algunos años más tarde ocurría igual cosa en las de Coronel, dando inicio a una actividad que dominó el escenario energético chileno durante largas décadas. Fue también en este período que se descubrieron los yacimientos de carbón de Magallanes, por parte de la expedición que tomó posesión de esta región en nombre de Chile en 1843.

La actividad manufacturera tuvo en este período una importancia económica reducida frente a las actividades exportadoras de trigo y minerales; no obstante, mostró el desarrollo de diversas industrias de bienes de consumo. En la industria molinera, que tuvo gran impacto en las exportaciones junto al trigo, se seguía utilizando la energía hidráulica. En otras áreas, sin embargo, se introducían máquinas a vapor, como en una cervecería de Valdivia en 1862, y en una fábrica de hilados y tejidos de algodón de Valparaíso, en 1867²⁴. Hay también mención de que la primera fábrica de azúcar de betarraga del país, instalada en 1858, fracasó por dificultades en la provisión de materia prima y combustibles²⁵. Puede estimarse que, dada la magnitud relativamente pequeña de esta actividad manufacturera, fueron poco significativos los impactos ambientales de la energía relacionados con ella.

La agricultura de exportación de trigo, junto con la exportación de harina, fue muy importante en este período y en el siguiente, creciendo sus volúmenes conjuntos desde el orden de 100 millones de qq. mm. a mediados de la década de 1840 hasta el orden de los 1.500 alrededor de 1880, con un máximo de 2.000 en 1876²⁶. Este crecimiento se apoyó sólo en el esfuerzo humano, la fertilidad de la tierra y la tracción animal, y no puede ser atribuido a la mecanización agrícola,

puesto que ya en 1865 las exportaciones habían alcanzado los 1.200 millones de qq. mm., y, sin embargo: "En 1867 había sólo 86 trilladoras y 13 segadoras; en 1879 las trilladoras llegaban a 500 y las segadoras a 170"²⁷, Su principal efecto ambiental ocurrió fuera del ámbito energético y fue la paulatina exportación de los nutrientes de estos suelos, hasta su agotamiento.

En la vivienda, la leña siguió siendo, sin contrapesos, la fuente de energía fundamental. Para la iluminación las velas de cera de abejas aparentemente habían sustituido a las de sebo, según la información de Alvarez²⁸, referida a 1869 y respaldada por los nombres de varios establecimientos que purificaban cera, de que en esos años no había otro alumbrado público y privado que estas velas. Sin embargo, Villalobos señala lo siguiente: "El carbón fue utilizado, además, desde mediados del siglo XIX para producir gas. En las calles, edificios y casas reemplazó a las velas y lámparas de aceite. ...'.Todas las ciudades importantes de Chile tuvieron sus fábricas de gas, que se destacaban por el gran depósito que daba presión a la red y mal olor en los alrededores"²⁹.

Periodo del Auge del Salitre (1880-1930)

Desde el punto de vista de los efectos ambientales de la energía, dos son las características principales que interesa destacar en este período. Por una parte, en él se llevó a cabo una notable ampliación del territorio efectivamente ocupado, que fue facilitada y consolidada al energizar los transportes mediante el desarrollo ferroviario. Por otra, se inició un importante mejoramiento cualitativo del hábitat urbano y una significativa energización y diversificación de actividades, a raíz de la introducción de la energía eléctrica. Es preciso examinar, además, el modo en que se inició la polarización de la minería chilena, junto con su generación eléctrica, hacia el petróleo importado, y las consecuencias que esto tuvo a largo plazo sobre el carbón nacional.

La expansión territorial de estos años, que fue financiada por el auge económico que trajo el salitre, abarcó enormes extensiones, en un país que anteriormente sólo había ocupado efectivamente la zona limitada por los ríos Copiapó y Bío-Bío. El intenso proceso de energización y modificación del hábitat que acompañó a esta expansión del territorio se manifestó en una vasta extensión de redes ferroviarias, cuya fase de mayor desarrollo corresponde a este período. El ritmo de esta expansión ferroviaria queda de manifiesto en la Tabla 6.1, que señala las longitudes de vía férrea existentes desde 1876 en adelante, incluyendo tanto ferrocarriles particulares como estatales. Puede observarse que el proceso expansivo duró hasta la década de 1920, y que ya en 1930 se había iniciado una contracción en las líneas particulares, debido a las oficinas salitreras que cerraban sus operaciones.

La electricidad había sido utilizada en Chile desde 1850, cuando se estableció la línea del telégrafo entre Santiago y Valparaíso, que luego se extendió hacia todo el territorio ocupado, entre Caldera y la frontera araucana³⁰. La tecnología eléctrica debería esperar todavía algunos años sin embargo, hasta la invención del generador y el motor eléctrico por Gramme en 1873, y la de la luz eléctrica en 1879, por Edison, para expandirse rápidamente hacia todas las esferas de actividad humana. Muy pronto, esta forma de energía fue introducida en Chile.

"La producción y consumo de electricidad se inicia en Chile en el año 1883 con la instalación en Santiago de un motor de unos pocos KW de potencia, destinado a la iluminación de la Plaza de Armas, Pasaje Matte y de algunas tiendas del centro de la ciudad. Desde 1883 hasta 1897, el servicio eléctrico tuvo carácter esporádico y temporal. En ese año se organizó la primera Empresa de Servicio Público: 'The Chilean Electric Tramway & Light Co.', que se hizo cargo de los servicios de alumbrado y transporte urbanos y que puso en servicio en 1900 la planta térmica a vapor Mapocho, con 1.800 KW instalados... En 1905, la misma empresa construyó en Valparaíso la central térmica Aldunate, y poco después, para abastecer las crecientes demandas eléctricas, se construyeron las primeras plantas hidráulicas de alguna importancia: El Sauce, cerca de Valparaíso, con una potencia instalada de 2.000 KW (1908), y La Florida, cerca de Santiago (1900-1910). Esta última tenía, en 1913, cinco unidades de 3.000 KW cada una... En 1908 empezó a funcionar el primer ferrocarril eléctrico entre Santiago y San Bernardo".

"El desarrollo de la electrificación se concentró en este primer período en las provincias de Santiago y Valparaíso, lo que permitió un mayor desarrollo industrial de esas provincias, mientras en

AÑO	KILOMETROS DE VIAS		
	Estatales	Particulares	Total
1876	863	674	1.537
1880	950	827	1.777
1890	1.106	1.641	2.747
1900	2.125	2.220	4.345
1910	2.830	3.114	5.944
1920	4.579	3.632	8.211
1930	5.807	3.130	8.937

Fuente: Miranda Rojas, Oscar, 'Transportes', capítulo XXIV de CORFO, Geografía Económica de Chile, texto refundido, Santiago, 1965.

el resto del país sólo algunas ciudades importantes, como Rancagua, Temuco, Osorno, Victoria y Antofagasta, contaban con servicios eléctricos, generalmente como extensión de una industria. También se iniciaron en este período instalaciones de servicio privado en las oficinas salitreras y en las minas de cobre de El Teniente"³¹.

Ya en 1913, a mediados del período que nos ocupa, la electricidad estaba en uso en todas las áreas de actividad que nos interesan, según lo señalado en el Cuadro 6.2. Las cifras, entre 0,5 y 2 por ciento de la energía final, no pueden dar una idea exacta de su importancia, puesto que es una forma de mayor calidad energética que el petróleo y el carbón, que tiene eficiencias de uso más elevadas; lamentablemente la inexistencia de investigación sobre eficiencias de uso de energía en Chile nos impide presentar una mejor visión del tema.

"A partir de 1919 se inicia un período de auge de la electrificación, que duró hasta los comienzos de la gran crisis mundial de 1929. El comienzo de este período se caracteriza por la electrificación del tramo Santiago-Valparaíso-Los Andes, de los Ferrocarriles del Estado, y por la constitución de la Cía. Nacional de Fuerza Eléctrica, que se fusionó más tarde (1921) con la Chilean Electric Tramway & Light Co. para formar la Cía. Chilena de Electricidad Ltda. ...Paralelamente con el gran desarrollo eléctrico del centro del país, se organizaron en el resto de Chile empresas eléctricas destinadas a proporcionar alumbrado a las principales ciudades y a atender servicios limitados de tracción eléctrica. Las grandes industrias del salitre, cobre, hierro y carbón desarrollaron instalaciones importantes de servicio privado, principalmente térmicos"³².

El petróleo sólo llegó a ser significativo durante este período para los usos mineros y para la generación eléctrica realizada por las empresas del salitre y del cobre. En los transportes y la industria, su peso era todavía reducido frente al del carbón. Es de la mayor importancia observar que fueron las empresas extranjeras, que dominaban la actividad minera, las que instalaron en este período tanto las grandes centrales de generación eléctrica de Tocopilla, María Elena, Pedro de Valdivia y Barquito, como los procesos metalúrgicos, que durante alrededor de seis décadas han estado utilizando petróleo, en su mayor parte importado, en lugar de carbón nacional, del cual hay abundantes recursos que eran bien conocidos en esa época. La responsabilidad no es sólo de las empresas extranjeras, naturalmente, sino de los gobiernos que lo permitieron, generando una prolongada sangría de divisas del país e impidiendo que el carbón chileno dispusiera de este gran mercado, que podría haber asegurado empleo y mejores condiciones de vida a muchos miles de chilenos. Sólo en estos últimos años, bajo las presiones económicas generadas por los precios internacionales del petróleo y gracias a la existencia de un organismo responsable de la política energética nacional, se han tomado medidas correctivas de esta situación altamente perjudicial para el país.

La situación que comentamos creó las condiciones para que la apertura del Canal de Panamá, al reducir el número de barcos que tocaban las costas chilenas, y la electrificación parcial de la red ferroviaria, dieran origen a una seria crisis en la minería del carbón por pérdida de mercados. En 1923 el Gobierno creó una Comisión del Carbón, cofinanciada con las empresas productoras, que, a lo largo de dos años y medio, realizó un exhaustivo examen de la situación, publicando al térmi-

no el informe 'El Problema Carbonero', que es, sin duda, el primer documento significativo de política energética realizado en Chile. Luego de demostrar que las reservas son suficientes y que pueden aumentar considerablemente, que la calidad de los carbones es adecuada y que las tecnologías empleadas son modernas e incluso permiten reducir costos si se aseguran los mercados, el informe señala entre sus conclusiones:

- "Que el carbón nacional no ha podido competir en el Norte con el combustible extranjero, debido a que su costo de producción ha sido recargado en el mercado de entrega con gastos excesivos de movilización, originados en la carencia completa de obras adecuadas..."
- "Que, por los motivos apuntados en el párrafo anterior, en los puertos salitreros los gastos de desembarque del carbón llegan a cifras inverosímiles..."
- "Que, ante esta situación, el petróleo ha podido fácilmente apoderarse del mercado salitrero facilitando su introducción en su principio con precios bajos..."
- "Que, posteriormente, las fluctuaciones del precio del petróleo han sido considerables..."
- "Que, para abaratar el costo de producción del carbón, el Estado debe forzosamente intervenir por medio de un programa completo de fomento..."³³.

Para completar la visión de este período, es preciso hacer referencia al tema del petróleo chileno. "En el año 1899, Punta Arenas conoció súbitamente la fiebre del petróleo, pues, desde el 25 de septiembre hasta el 13 de octubre, se inscribieron no menos de 53 manifestaciones en el Registro de Minas de esa plaza"³⁴. Se realizaron, luego, diversos esfuerzos de prospección en Magallanes, y también en Chiloé y en Tarapacá, pero "los diez pozos perforados hasta 1920 por algunos particulares habían resultado improductivos"³⁵. El hecho más importante de los años 20 fue la decisión política de reservar exclusivamente al Estado la exploración y explotación petrolera, tomada, finalmente, en 1928 luego de más de un año de fuertes presiones de las empresas extranjeras interesadas y de agudas polémicas entre partidarios y adversarios de la medida³⁶.

Período de Industrialización Sustitutiva (1930-1970)

El período que examinaremos ahora se caracteriza por los efectos de la 'gran depresión', iniciada en 1929, y por la vigorosa reacción del país hacia la industrialización sustitutiva de importaciones, que fue impulsada diez años más tarde mediante la creación de la CORFO.

Las ideas sobre la necesidad de industrializar el país ya estaban en vigor en la década de 1930, y entre ellas había claridad sobre el rol que debería jugar una mayor energización, junto con el imperativo de llevarla a cabo mediante los recursos propios del país. Citaremos, a este respecto, las opiniones emitidas, en 1933, por Pedro Aguirre Cerda, quien, más tarde, encabezaría la nueva dinámica de desarrollo promovida desde el Estado:

"Para nosotros, el problema del combustible tiene una considerable importancia, no sólo desde el punto de vista general, para provocar una mayor y más económica fuerza de motorización en la industria y en los transportes, especialmente por el retardo en que nos encontramos con relación al progreso del maquinismo, sino porque nuestro país, si bien rico en carbón y en caídas de agua, no tiene hasta hoy sino posibilidades de contener petróleo".

"El peso constante, ejercido por lo demás en todas las actividades nacionales, de la opinión interesada de los importadores de combustible, aceptada sin mayor examen por nosotros mismos, ha venido dilatando no sólo el reconocimiento de nuestras existencias de carbón, sino formando una atmósfera de desprestigio de la calidad de nuestros carbones, situaciones ya científicamente desvanecidas pero no totalmente incorporadas en la conciencia nacional: tenemos abundancia de carbón y de primera calidad".

"Si entre nosotros existieran organismos científicos como el que en otros países dependen del Consejo Económico Nacional, ya se habría provocado un acuerdo entre los industriales y empresas de transportes para disminuir el derroche de combustible que con tanto interés y éxito se persigue en otras partes".

"En el Norte de Chile, tanto en la elaboración de salitre como en la fuerza motriz, se usa en su totalidad el petróleo bruto y como excepción el carbón importado. El carbón nacional no se emplea ni en los usos domésticos de los campamentos".

"Nadie discute las ventajas del petróleo en los generadores a vapor... Pero no debemos olvidar que el petróleo es un combustible que se importa, y que los países que producen carbón, aunque tengan también petróleo en abundancia, como Estados Unidos, usan abundantemente este combustible, ya sea por evitar el agotamiento del petróleo, ya por dar también posibilidad de consumo en todas sus formas al carbón nacional, ya por las nuevas formas más eficaces en que hoy se emplea el carbón como combustible".

"Si las nuevas demandas —de energía eléctrica— en el centro y sur pueden satisfacerse con caídas de agua, sería de desear que en el norte lo sean con centrales que consuman combustible nacional"³⁷.

Muchos de los grandes temas de la política energética de Chile están ya expuestos con gran visión en estos textos de Aguirre Cerda: mayor energización, uso de recursos nacionales, tecnología energética, ahorro de energía. Incluso dedica largos párrafos basados en el informe de la Comisión del Carbón, que no hemos citado, a las perspectivas de obtención de combustibles líquidos a partir de los carbones chilenos, que ya en aquella época estaban siendo investigadas en la Universidad de Chile.

Muy poco después, en el Instituto de Ingenieros de Chile, se generaba una iniciativa, inspirada en los principios ya vigentes sobre la industrialización y la necesaria promoción estatal del desarrollo, que estaría llamada a tener fuerte influencia en el desarrollo energético de Chile. Consistió en un estudio de gran solidez profesional realizado por un grupo de miembros del Instituto denominado 'Política Eléctrica Chilena', que fue publicado como libro³⁸ y, además, difundido mediante una serie de conferencias que captaron la atención pública. El estudio señala las serias dificultades de abastecimiento eléctrico que enfrentaba el país, pero va mucho más allá que indicar caminos para superarlas: plantea que la electrificación debe convertirse en un motor del desarrollo mediante una creación continua de oferta eléctrica que preceda a su demanda y la estimule. Los nexos de la electrificación con nuestros dos grandes temas ambientales, el desarrollo de recursos nacionales y la construcción habitual, quedan también expuestos con gran claridad en este estudio.

En abril de 1939 se creaba la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, y en agosto del mismo año ésta aprobaba su 'Plan de Acción Inmediata' denominado 'Fomento de la Producción de Energía Eléctrica'³⁹. Este Plan sólo consideraba la construcción de centrales hidroeléctricas y no la de termoeléctricas a carbón, debido a una crisis de abastecimiento de este combustible producido por crecimiento de consumos e insuficiente capacidad productiva. Bajo este Plan se inició la construcción de tres centrales de importancia en los ríos Cachapoal, Laja y Pilmaiquén, junto a otras obras menores.

Tres años más tarde se completaba la preparación y se aprobaba el primer 'Plan de Electrificación del país'⁴⁰, cuyas 'premisas' siguen muy de cerca las conclusiones de 'Política Eléctrica Chilena' y cuyas concepciones fundamentales continuaron vigentes durante todo el período que nos ocupa. Este plan subdividió al país en siete regiones geográficas, de acuerdo a las características de sus recursos, y estableció tres grandes etapas de electrificación, realizando una programación detallada para la primera de ellas, de duración estimada en 18 años. La primera etapa consultaba el desarrollo aislado de las regiones geográficas hasta que en cualquiera de ellas se sobrepasaron las capacidades generadoras propias. La segunda consistía en el inicio de interconexiones entre regiones y la tercera en la constitución completa del sistema interconectado central, entre Coquimbo y Puerto Montt. Se inició la segunda en 1955, con la central Cipreses, en el río Maule, que conectó los sistemas de Santiago y Concepción, y se completó la tercera con la conexión del sistema de Coquimbo en 1970. Para tomar a su cargo la puesta al día de estos planes y la ejecución de estas actividades, CORFO estableció, en 1944, la Empresa Nacional de Electricidad S.A., ENDESA.

Correspondió también a la CORFO poner en marcha el programa de exploraciones que encontraría petróleo en Chile y daría origen a las actividades de la Empresa Nacional del Petróleo, ENAP. A lo largo de toda la década de 1930 se habían continuado las exploraciones petroleras, bajo la Superintendencia de Salitre y Yodo, sin resultados de interés comercial. En 1940 CORFO tomó estas responsabilidades a su cargo, contrató asesoría y servicios técnicos en el extranjero, y puso

Electrificación y desarrollo energético.

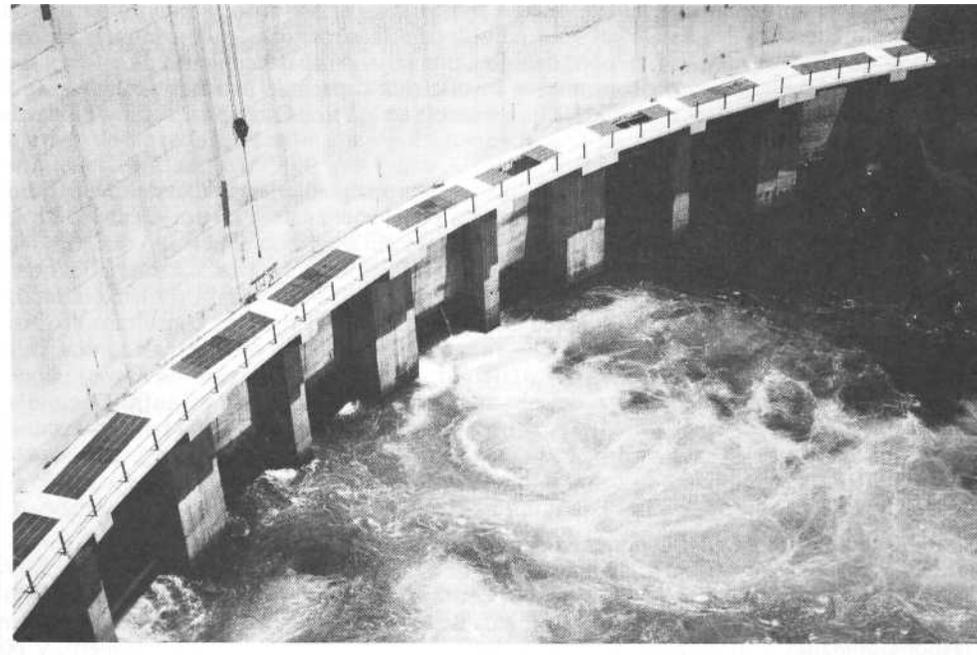
En el año 1936, en un importante libro titulado 'Política Eléctrica Chilena', el Instituto de Ingenieros de Chile señala las serias dificultades que enfrentaba el país en términos del abastecimiento eléctrico, pero iba mucho más allá que indicar caminos para superarlas: planteaba la necesidad de convertir a la electrificación en un motor de desarrollo, mediante una creación continua de oferta eléctrica que preceda a su demanda y la estimule. El estudio realizado por el Instituto de Ingenieros expone, entre otras conclusiones:

- "Que la energía eléctrica constituye, hoy en día, un elemento fundamental para el desarrollo técnico, económico y social de los países, y que, como tal, viene a ser un servicio de extrema necesidad pública, y, además, que la energía eléctrica debe ser un medio de fomento antes que una finalidad de comercio".
- "Que nuestro país posee recursos hidro y termoeléctricos abundantes, geográficamente bien distribuidos, de económico desarrollo y aprovechamiento, y que hay ventajas positivas, de toda índole, en que este desarrollo y aprovechamiento se hagan

conforme con un plan general de electrificación del país, metódicamente realizado y debidamente armonizado con otras obras públicas, especialmente hidráulicas".

- "Que el desarrollo racional de nuestras industrias, tanto extractivas como manufactureras, electroquímicas como electrometalúrgicas, la industrialización de nuestra agricultura, el aumento de las superficies regadas mediante elevación mecánica de agua, los cultivos y reforestaciones de los terrenos de faldeos y lomajes, el racional aprovechamiento de nuestras materias primas, el desarrollo de nuestros medios de transporte electrificados, la difusión de la energía eléctrica en nuestros hogares y la elevación del standard de vida de los habitantes, deben ser estimulados y están íntimamente ligados, entre otros factores, a una oferta de energía eléctrica abundante, barata y difundida".

De este modo plantea con gran claridad los nexos de la electrificación con los dos grandes temas ambientales presentados en este capítulo: el desarrollo de recursos nacionales y la construcción habita!.



luego en marcha un plan de exploraciones. A fines de diciembre de 1945 surgió por primera vez petróleo en cantidades de interés, iniciándose el desarrollo nacional de este recurso. La ENAP fue creada en 1950. A lo largo de este período ejecutó un vasto programa de exploración y desarrollo de yacimientos, construcción de refinerías y creación de una amplia red de oleoductos y terminales de almacenamiento que complementó a los terminales que tenían las empresas privadas de distribución.

En cuanto al carbón, en este período comenzaron a notarse con mayor agudeza los efectos de su desplazamiento por el petróleo en los transportes, la minería, la industria y los edificios, que pueden apreciarse en el Cuadro 6.2 al comparar las posiciones de ambos combustibles con las que ocupaban en el período anterior. La producción de carbón estaba en 1.400.000 toneladas en 1930, llegó hasta 2.350.000 en 1953 y bajó luego hasta 1.500.000 en 1970⁴¹. CORFO también tuvo intervención en esta materia, solicitando un detallado estudio de las minas en operación y las características de sus carbones, realizando estudios sobre posibilidades de mejoramiento de los carbones de tipo sub-bituminoso, como los de Valdivia y Magallanes, prestando apoyo financiero ante los crecientes problemas de este orden que las empresas enfrentaban, y, finalmente, respaldando la fusión de las dos mayores en la Compañía de Lota-Schwager S.A.

Habiendo señalado los principales rasgos positivos de este período, consistentes en la indispensable entrada en escena del Estado y la planificación de largo plazo del desarrollo eléctrico, es preciso señalar también una fuerte limitación de que adoleció. Se trata de la carencia de una política energética integral y no fraccionada en políticas separadas de petróleo, electricidad y carbón. El control estatal de las principales empresas lo habría permitido, pero no hubo conciencia suficiente de la necesidad de tal política, como la que más tarde generarían en todo el mundo las crisis internacionales del petróleo*.

Energía y medio ambiente en la actualidad

No podemos discernir hoy, por falta de perspectiva histórica, cuál de los numerosos procesos de relación entre energía, sociedad y medio ambiente identificados -y actualmente en curso— tendrá mayor relevancia para el futuro. Se enfrenta, además, un serio problema de falta de conocimiento de muchos de estos procesos, debido a la escasa investigación que se ha realizado, o que está en marcha, sobre estos tópicos, en nuestro país.

Varios de los temas ambientales vinculados a la energía están abordados con mayor detención en otros capítulos de este libro, tales como los diversos efectos contaminantes que la producción, el transporte y el uso de energía ejercen sobre la atmósfera, el mar y las aguas continentales.

Por estas razones, el tratamiento del tema será breve y con frecuencia más cualitativo que cuantitativo. Los temas principales serán las crisis internacionales del petróleo, las grandes modificaciones que se efectuaron en el marco institucional de la energía, como respuesta a estas crisis, y los efectos ambientales que se perciben en la actualidad, tanto directos como indirectos.

Las Crisis del Petróleo y sus Impactos

Los complejos procesos políticos y económicos que condujeron a las 'crisis del petróleo' de los años 70, y sus consecuencias previsibles, han sido materia de extensa literatura y acalorados debates. Como en todo problema social, sus interpretaciones han sido múltiples y han dependido en

Es digna de destacarse la claridad con que señaló esta necesidad, en diversos escritos, Raúl Sáez, quien ocupó los más altos cargos de ENDESA y de CORFO en este período. Algunos de los temas que planteó, junto con la urgencia de establecer una política integral, fueron la necesidad de acelerar la energización —sin usar este término— y no sólo la electrificación; de reducir la dependencia de las fuentes extranjeras, para evitar la pérdida de divisas y generar actividades en Chile; de emplear carbones de Magallanes para el abastecimiento de la minería de la zona norte; de establecer precios sin distorsiones, y otros temas de similar importancia^{42, 43}

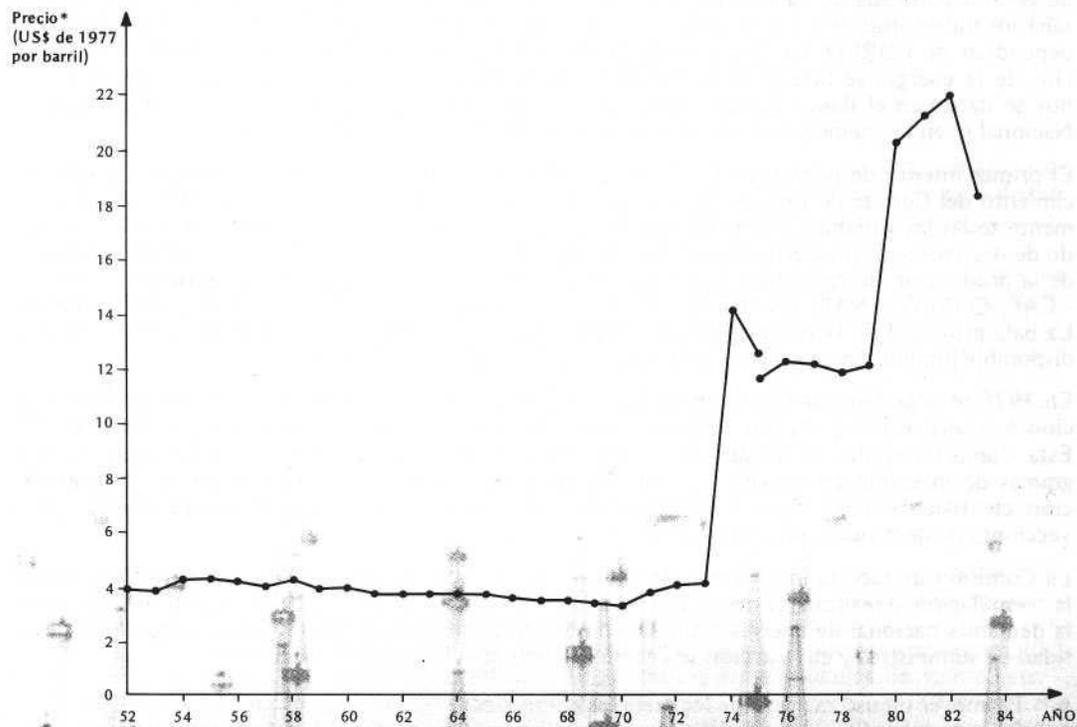
cada caso de la posición que el intérprete ocupa en el mundo: empresa petrolera transnacional, gobierno exportador de petróleo, gobierno importador desarrollado, gobierno importador subdesarrollado, organismo financiero, empresa vendedora de tecnología y muchas otras. Para nuestros efectos, sólo nos interesa señalar los hechos centrales —las alzas de precios internacionales del petróleo— y destacar el significado que tuvieron para las relaciones entre energía, medio ambiente y desarrollo.

En el Gráfico 6.1 se puede apreciar la evolución de los precios internacionales del petróleo, desde 1952 hasta el presente. La estabilidad inicial de estos precios es fácil de apreciar, así como lo es la leve tendencia a la baja que ellos manifiestan. Estos fueron los precios fundamentales de la energía en un extenso período de inversiones y crecimiento económico de la postguerra; ellos orientaron fuertemente el desarrollo tecnológico y la inversión de todo el mundo hacia un uso creciente de petróleo, especialmente en los países subdesarrollados que construían sus infraestructuras en esos años: entre 1950 y 1976 ellos multiplicaron por 8 su consumo de hidrocarburos mientras multiplicaban sólo por 3,4 su consumo de todas las demás fuentes de energía.

En forma inesperada se produjo la fuerte alza de precios de fines de 1973, decretada por la Organización de Países Exportadores de Petróleo. Pocos años más tarde, luego que la inflación había reducido parcialmente los efectos de la primera alza, se produjo la segunda, en el contexto de las incertidumbres causadas por la revolución islámica de Irán. Destacaremos los impactos de estas alzas, que parecen más relevantes a escala mundial, con especial referencia a los países en desarrollo que importan petróleo, como Chile:

- Se generó déficit en los países importadores de petróleo y un gigantesco excedente en los exportadores. Pronto se desarrollaron mercados financieros operados por bancos privados que captaron este excedente y lo convirtieron en préstamos fáciles a los países subdesarrollados. Pocos años más tarde esto conducía a la crítica situación actual de endeudamiento.
- Se provocaron efectos inflacionarios y serias dificultades para el crecimiento económico y la generación de empleo en los países importadores.
- Se hizo indispensable tener una visión integrada y no fraccionada de la energía en todos los países. Comenzaron a elaborarse balances energéticos y se crearon Ministerios, Comisiones o Institutos de Energía con la responsabilidad de formular políticas integrales. En muchos países la energía pasó a ser una de las primeras prioridades políticas.
- Se revalorizaron todos los recursos energéticos, tanto actuales como potenciales: petróleo, carbón, hidráulicos, nucleares, solares, eólicos, de biomasa, geotérmicos, etc.
- Se intensificó la investigación y desarrollo y toda actividad científica y tecnológica vinculada a la energía.
- Crecieron significativamente, además del petróleo, otros costos asociados a la energía, así como el peso de la inversión energética en la inversión nacional de los países.
- Se tomó conciencia sobre la finitud de los recursos energéticos fósiles, particularmente de los hidrocarburos, y sobre la inevitabilidad de una transición de la humanidad hacia fuentes energéticas sustentables.
- Se tomó conciencia sobre la necesidad de utilizar la energía con mayor eficiencia y se logró una reducción efectiva en los consumos de petróleo de muchos países industrializados.
- Se tomó conciencia sobre la existencia de grandes riesgos ambientales de la energía a escala mundial, como el posible calentamiento de la atmósfera y fusión de los hielos polares debido al incremento de concentración de bióxido de carbono que está ocurriendo por el uso creciente de combustibles fósiles.
- Se tomó conciencia sobre la existencia de la 'otra crisis energética', para algunos más grave que la del petróleo, consistente en el gradual o rápido agotamiento de la leña —y la vegetación en general— en muchas áreas rurales de bajos ingresos que viven de este combustible. Este agotamiento es acelerado por los altos precios del petróleo y tiene graves consecuencias para la calidad de vida de estas poblaciones

Gráfico 6.1. EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DEL PETRÓLEO ENTRE 1952 Y 1983 (*)



NOTA:

Entre los años 1952 y 1975 se utilizan los "precios de referencia" y entre 1975 y 1983 los "precios de venta estatal" del petróleo crudo Arabian Light, deflactados por el índice de precios al por mayor de Estados Unidos.

Estas cifras reflejan la evolución de los precios del petróleo, aun cuando no corresponden exactamente a los precios reales de comercialización, que son confidenciales.

FUENTES:

Revista Petroleum Press Service, años 1952 a 1975.
Revista Petroleum Economist, años 1975 a 1983.

(*) Preparado por Raúl O'Ryan.

Nuevo Marco Institucional de la Energía

Se ha señalado anteriormente que un problema serio que afectó al desarrollo energético de Chile, aun ante el fuerte impulso que tuvo por la acción de la CORFO entre 1939 y 1970, fue la falta de gestión unificada de parte del Estado. ENAP dependía del Ministerio de Minería, que supervisaba los hidrocarburos a través de su Departamento de Combustibles. ENDESA y Lota-Schwager dependían de CORFO. La Dirección de Servicios Eléctricos, del Ministerio del Interior. Los precios de la energía se fijaban en el Ministerio de Economía. Las autorizaciones de créditos externos se daban en el Banco Central. No existía un sector de energía en la Oficina de Planificación Nacional ni en las cuentas nacionales, y se repetía en ellos la dispersión anterior.

El primer intento de gestión unificada de la energía tuvo lugar entre 1971 y 1973, con el establecimiento del Comité de Energía de la CORFO. Si bien este Comité no llegó a controlar efectivamente todas las variables claves del manejo estatal de la energía, ni a formular algún plan integrado de desarrollo, inició ciertas actividades de importancia, como por ejemplo, un plan de expansión de la producción de carbón en la zona de Arauco y un programa integrado de varias instituciones - CAP, CORFO, ENAP, ENACAR e INTEC- para el desarrollo de los carbones de Magallanes. La baja prioridad de la energía antes de la primera crisis del petróleo y el escaso tiempo que tuvo disponible impidieron a este Comité lograr otros resultados significativos.

En 1976 se organizó una Comisión de Política Energética, coordinada por la Oficina de Planificación Nacional e integrada por todas las instituciones y empresas estatales del área energética⁴⁴. Esta Comisión realizó un diagnóstico detallado de la situación energética, examinando los programas de inversión en marcha y en estudio, la situación financiera de las empresas, la investigación científica y tecnológica y las relaciones entre costos y precios, preparando, además, proyecciones de demanda y programas de oferta.

La Comisión destacó la importancia de la planificación concluyendo que es una tarea fundamental la formulación y realización de un Plan Nacional Energético, cuyo objetivo central será abastecer la demanda nacional de energía a un mínimo costo para el país y con un adecuado grado de seguridad de suministro, y cuya acción se deberá orientar a:

- Promover un uso racional de los recursos energéticos.
- Promover la eficiencia en el abastecimiento energético desde el punto de vista del país en su conjunto.
- Disminuir la dependencia externa y vulnerabilidad en materia de abastecimiento energético.
- Contribuir al desarrollo tecnológico del país, promover y participar en la investigación en el campo energético⁴⁵.

Desde el punto de vista de los medios, la Comisión reafirma la necesidad de que el Estado controle las empresas claves del sector energético, pero señala, además, en una innovación de fundamental importancia, lo siguiente:

"...se hace necesario distinguir y separar los roles que el Estado tiene como instancia superior de autoridad y responsable de formular las políticas generales que enmarcan la acción del sector y el rol del Estado como empresario y propietario de empresas".

"Como instancia que fija y diseña las políticas tendientes a alcanzar éstos, el Estado debe contar con un ente institucional capaz de coordinar y orientar el sector, elaborando para ello las estrategias y los planes sectoriales. Este ente que vendría a articular el papel del Estado como instancia reguladora, es una Comisión Nacional de Energía cuya creación se postula como elemento clave para la adecuada conducción del sector"⁴⁶.

La Comisión Nacional de Energía fue creada en 1978, siguiendo las recomendaciones de la Comisión de Política Energética. Algunos de los resultados de su labor figuran más adelante. Los principales instrumentos de la política energética actual, promovida por esta Comisión, son:

- "Política de precios realista, que refleje en lo posible las condiciones de un mercado competitivo
- Ajustes institucionales y legales, que faciliten la participación del sector privado y eliminen las situaciones de excepción para las empresas estatales.

- Coordinación de las decisiones de inversión de las empresas y agencias estatales que intervienen en el sector energía, en el marco de subsidiariedad que les corresponde.
- Ejecución de programas de prospección de recursos energéticos con una visión de largo plazo".

Desde el punto de vista que nos ocupa en este trabajo, cabe señalar que estos instrumentos incluyen uno de tipo ambiental: la prospección de recursos energéticos. No incluyen, sin embargo, otros elementos de esta naturaleza.

Efectos Ambientales Directos

A diferencia de los países industrializados, en Chile no se han realizado estudios sistemáticos de la mayoría de los efectos ambientales directos de la energía que fueron definidos al inicio de este Capítulo. Sólo será posible presentar a continuación algunos antecedentes ilustrativos sobre ellos.

Disponibilidad. Con respecto a la disponibilidad de recursos energéticos es preciso hacer una distinción: el conocimiento de algunos requiere de grandes inversiones, como es el caso de los hidrocarburos, el carbón, los recursos nucleares y los geotérmicos, que están en el subsuelo; para otros, las inversiones son menores, aunque necesitan de continuidad de mediciones en el tiempo, como los hidráulicos, solares, eólicos y de biomasa. Puede afirmarse, en esta materia, que hay buen conocimiento —relativo al financiamiento que, históricamente y en el presente, se ha podido asignar— para los siguientes recursos energéticos: hidráulicos de gran magnitud, hidrocarburos, carboníferos y nucleares. Para todos ellos existen responsabilidades institucionales claramente asignadas y programas de prospección y evaluación en marcha. En los años recientes, bajo el impulso dado por la Comisión Nacional de Energía, se ha avanzado en forma importante en el conocimiento de los recursos petrolíferos y de los carboníferos de Magallanes.

La situación es diferente en el caso de los demás recursos, que no cuentan con responsabilidades institucionales ni con programas de prospección y evaluación. En el área geotérmica se realizó un esfuerzo por parte de la CORFO en los años 60, que detectó recursos de algún interés, pero este esfuerzo ha sido discontinuado. En cuanto a los recursos solares y eólicos, se dispone actualmente de abundante información física —mapas de insolación, de velocidades de viento, etc.—, compilada por investigadores universitarios y servicios meteorológicos, pero no se ha realizado ninguna evaluación integral de su potencial energético que sea utilizable en la planificación, aunque hay algunas aproximaciones valiosas⁴⁷.

El tema de la disponibilidad de energía de biomasa requiere mayor detención. Sólo se ha publicado un estudio preliminar, referido al potencial energético de los recursos forestales entre la V y X regiones del país —Comisión Nacional de Energía, 1980—, que distingue recursos provenientes de bosque nativo, matorrales y plantaciones forestales, y hace estimaciones sobre la base de coeficientes que implican prácticas de conservación y manejo que estarían en aplicación. El estudio estima una disponibilidad energética total de 11.800 Tcal al año. Sin embargo, el 'Balance de Energía' 1963-1982 de la Comisión Nacional de Energía entrega cifras de consumo total de 17.700 Tcal para 1980 y 18.100 Tcal para 1982, muy superiores a la disponibilidad estimada.

Más aún, otros antecedentes sobre consumos rurales de leña⁴⁸ sugieren que incluso estas cifras del balance, que fueron revisadas hacia arriba en la última edición, están todavía subestimadas. Junto con señalar la urgencia de estudiar este tema en una profundidad considerablemente mayor, estos antecedentes permiten, al menos, estimar que las prácticas de uso del recurso son mucho más depredadoras que las supuestas en el estudio mencionado. Esto se refiere especialmente al bosque nativo y los matorrales, sobre todo si se tiene en cuenta la opinión generalizada de que los desechos de plantaciones con potencial energético están subutilizados*

Productividad. Con respecto a los efectos de actividades energéticas en la productividad de otros recursos, pueden destacarse los que tendrá el proyecto hidroeléctrico Colbún-Machicura, actualmente en construcción, que inundará 6.800 há, pero, al mismo tiempo, mejorará el regadío de 330.000 há y permitirá transformar otras 125.000 há de secano a riego.

* *Agradezco a mi colega Fernán Díaz sus consideraciones sobre este tema.*

Pérdidas de Energía. En cuanto a las pérdidas de energía, es necesario distinguir pérdidas de generación, de conversión y de uso (Ver Diagrama 6.2). Las cifras deben manejarse con cautela, puesto que en algunos casos hay grandes pérdidas, que son la consecuencia inevitable del paso a una forma de energía de mayor calidad, como en la generación termoeléctrica. De acuerdo a cifras de los balances energéticos, las pérdidas de generación y conversión crecieron fuertemente —de 25 a 35 por ciento del total— entre 1960 y 1970, y se redujeron levemente al 32 por ciento, entre 1970 y 1980⁴⁹. Estas pérdidas deberían estar, por lo general, bajo control y cerca de su óptimo económico, puesto que están en la esfera de acción de grandes empresas.

Diferente es la situación de las pérdidas de uso, que están dispersas a través de toda la sociedad. Es conveniente examinarlas en relación a la energía final (Ver Diagrama 6.2). En términos porcentuales, estas pérdidas tuvieron los valores que se indican en la Tabla 6.2.

Año	Comercial, Público y Residencial	Industrial y Minero	Transportes
1960	75	35	79
1970	59	33	73
1980	59	35	70

Fuente:

Del Valle, A., 'Uso Eficiente de Energía: Problemas y Desafíos', en *Uso Eficiente de Energía en Chile*, Mesa Redonda organizada por el Comité Nacional Chileno de la Conferencia Mundial de Energía, Santiago, 1983, pp. 25-50.

Lo que llama fuertemente la atención de estas cifras, que provienen del Balance de Energía, es que las reducciones de pérdidas, cuando ocurrieron, hayan sido mucho más fuertes entre 1960 y 1970 que en la década siguiente, siendo que los precios de la energía sugieren exactamente lo contrario bajo un supuesto de racionalidad económica. Este hecho simplemente demuestra, junto con muchos otros, que es de la mayor importancia estudiar en profundidad todo el tema del uso final de energía, cuyas características y factores explicativos son muy poco conocidos en nuestro país.

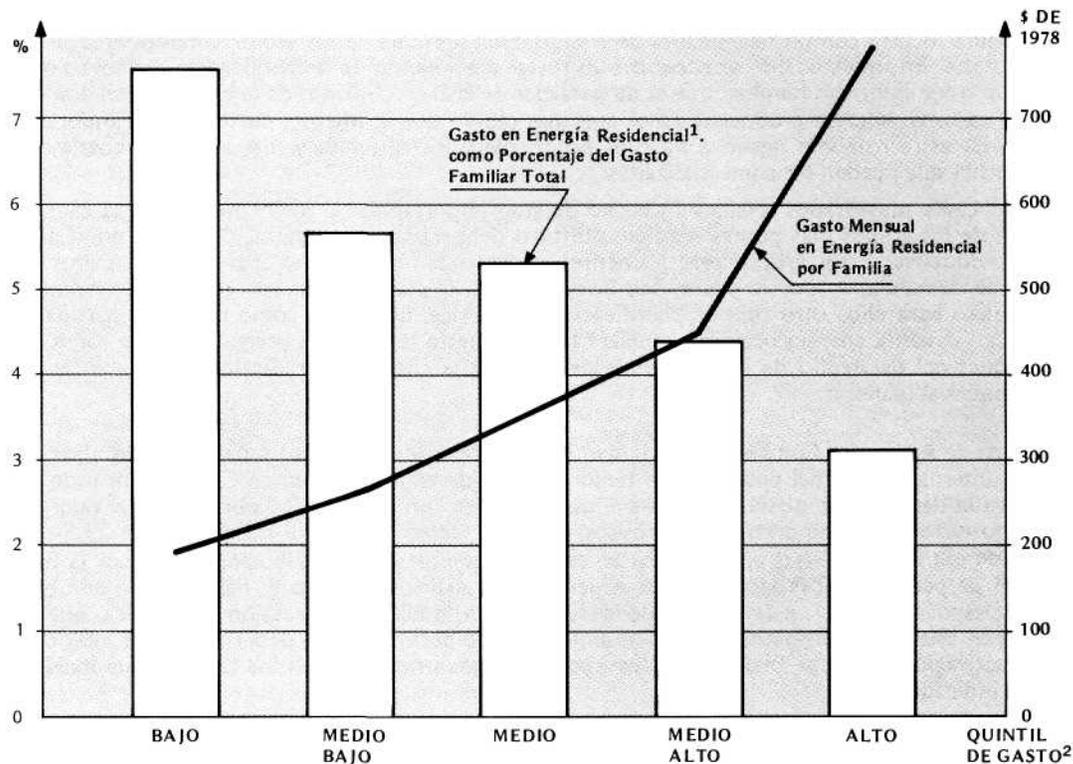
Contaminación. Para completar este punto es necesario referirse a la contaminación de los recursos y del habitat que se origina en la producción y el uso de energía. Se incluyen, aquí, problemas de tanta importancia como los derrames marinos de petróleo, la contaminación atmosférica urbana, la emisión de gases de combustión al interior de las viviendas, la lluvia acida y el deterioro de suelos agrícolas causado por los efluentes gaseosos de las fundiciones de cobre. Dado que estos temas están tratados en otras partes de este libro, no serán examinados en este Capítulo.

Efectos Ambientales Indirectos

El tema de los efectos indirectos de la energía sobre el medio ambiente en Chile, referido a las relaciones entre energía y calidad de vida de la población, es más difícil de abordar que el de los efectos directos debido a la menor investigación realizada. Los efectos indirectos son la energización, la diversificación de actividades, la demanda de recursos, la polarización energética y la vulnerabilidad.

Energización de Actividades. Algunas relaciones entre energización y calidad de vida quedan de manifiesto si se examina el modo en que varía el consumo de energía doméstica con el nivel de ingreso. En el Gráfico 6.2. se presentan dos indicadores para cinco estratos de ingreso del Gran Santiago: el gasto familiar en energía doméstica y el porcentaje que ese gasto representa dentro del gasto familiar total. Como es de esperar, el gasto en energía es mayor a medida que crece el nivel de ingreso; hay una energización creciente de la vida doméstica cuando es posible costearla.

Gráfico 6.2. RELACIÓN ENTRE USO RESIDENCIAL DE ENERGÍA Y NIVEL DE GASTO FAMILIAR (*)



1 Corresponde a la subcategoría de gastos 'Combustibles y Electricidad', dentro de la categoría 'Gastos de la Vivienda', e incluye combustibles sólidos -leña, carbón, aserrín, otros—, combustibles líquidos —parafina, petróleo combustible, alcohol para quemar, otros—, gas —cañería, licuado— y electricidad.

2 Cada quintil corresponde a alrededor de 137.000 familias, ordenadas según nivel de gasto.

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Encuesta de Presupuestos Familiares en el Gran Santiago, 1978.

(*) Preparado por Daniel Espinoza.

El otro indicador es aun más significativo: mientras menor es el nivel de ingreso, más alta es la fracción del gasto total que se dedica a consumos energéticos. Esto señala cuan imprescindible es la energía, que es sólo comparable en esto a los alimentos. Puede concluirse que un aspecto ineludible del mejoramiento de la calidad de vida es el incremento de la energización doméstica de los estratos de menores ingresos.

Algo similar ocurre con las necesidades de energización agrícola de los sectores más pobres de las áreas rurales. En un estudio⁵⁰ se encontró un fuerte crecimiento de la energización agrícola a medida que crece el ingreso familiar, que se da paralelamente al crecimiento de la energización doméstica. El gasto en energía productiva crece aún más rápido que el ingreso, mostrando su importancia, y está estrechamente ligado a mejores productividades agrícolas y más altos porcentajes de las cosechas que pueden ser comercializados.

Los dos casos presentados señalan un hecho de gran importancia: el mejoramiento de la calidad de vida de los grupos más pobres requiere políticas deliberadas de energización, tanto doméstica como productiva. Estos grupos prácticamente no demandan energía, no aparecen en las proyecciones de demanda, y, por lo tanto, son invisibles para la planificación energética convencional. Se requiere para ellos otro tipo de planificación energética, que tenga como punto de partida la pregunta: ¿Cuánta energía deberían utilizar? Una respuesta seria a esta pregunta puede conducir a enfoques del desarrollo de las fuentes y las tecnologías energéticas radicalmente diferentes de los enfoques actuales.

Demanda de Recursos. Con respecto a la demanda de recursos es preciso señalar que las alzas de precios internacionales del petróleo han tenido efectos de gran magnitud en Chile, sobre todo en cuanto a la demanda de divisas. Mientras el país destinaba en 1965 un 2,7 por ciento del valor de sus exportaciones a importar hidrocarburos, en 1981 debió dedicar al mismo fin un 23,5 por ciento de ese valor⁵¹. Estas cifras tienen en cuenta la importante contribución hecha por la producción de petróleo del Programa Costa Afuera, sin la cual los porcentajes habrían sido aún mayores. Después de 1981, este porcentaje se ha reducido debido a la recesión económica, que se tradujo en una fuerte disminución del consumo total de petróleo, pero debería volver a subir con una reactivación, si no se producen otros cambios de gran magnitud en los factores que inciden en este indicador.

Polarización Energética. En comparación con el período anterior la polarización hacia el petróleo del sistema energético chileno continuó avanzando en el período que se inició en 1970, según puede apreciarse en el Cuadro 6.2. En todas las áreas de actividad humana, excepto la doméstica, el petróleo pasó a ocupar el primer lugar. En algunos casos, como el transporte y la minería, este primer lugar está a gran distancia del que ocupa la fuente energética que lo sigue. En el caso doméstico, si bien la leña aún ocupa el primer lugar, el avance del petróleo fue extraordinariamente fuerte, consistiendo básicamente en el desarrollo del gas licuado; en términos de energía útil, el petróleo ocupa el primer lugar de la energía doméstica, dada la baja eficiencia de uso de la leña. Está en marcha un proceso de reemplazo de petróleo por carbón en la generación eléctrica, y de interconexión de sistemas eléctricos en la zona norte, lo cual, en algunos años, deberá producir reducciones significativas de esta polarización. Pero está también en marcha un proceso de sustitución por leña en usos industriales y domésticos, que puede tener consecuencias ambientales graves si no se establecen controles eficaces.

Vulnerabilidad Energética. Finalmente, en cuanto a la vulnerabilidad, no estamos en condiciones de presentar antecedentes más allá de los recién indicados, que se refieren especialmente al fuerte peso del petróleo. En términos generales, puede estimarse que la vulnerabilidad del sistema energético chileno es alta, pero tiene buenas perspectivas de disminuir ante los esfuerzos en marcha para poner en producción los carbones de Magallanes.

Evolución del consumo de energía en la agricultura Campesina familiar.

En un conjunto de ocho estudios de casos realizados por el Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA)¹ se abordó el problema del papel de la energía en las condiciones de vida de las localidades rurales pobres en Chile, correspondientes a la denominada agricultura campesina familiar. Los casos estudiados comprenden una diversidad de condiciones ecológicas y climáticas, sistemas de tenencia de la tierra, actividades agropecuarias y niveles de ingreso monetario. Ellos reflejan la situación de un millón de campesinos chilenos, según diversas estimaciones.

Las características socioeconómicas de las ocho localidades se resumen en los siguientes elementos comunes: mano de obra familiar; producción agrícola básicamente para autoconsumo; predios pequeños carentes de capital; tecnología tradicional; consumo energético tradicional; marginalidad económica, social y cultural; condiciones de vida precaria.

Para el grupo social estudiado se encontró que el 93,5 por ciento del consumo anual final de energía es leña, a lo cual se agrega un 4,6 por ciento de carbón vegetal; dependiendo para sus necesidades energéticas domésticas en más de un 98 por ciento de recursos provenientes de la fitomasa.

Las cantidades involucradas son extremadamente importantes. En efecto, en promedio un hogar de este estrato consume anualmente poco más de 14,5 toneladas de leña, o bien 2,6 toneladas anuales por persona.

Las tecnologías de uso —cocinar, calefaccionar, calentar agua, iluminar, etc.— son tradicionales: fogones abiertos sobre el piso, braseros, chonchones de kerosene,

velas, etc. Las cantidades útiles de energía son, por lo tanto, particularmente bajas respecto del consumo final: se alcanza, en promedio, una eficiencia útil de energía respecto de la energía final de sólo 7,4 por ciento.

En la producción agrícola, más del 50 por ciento de los consumos energéticos corresponden al aporte de animales, los cuales, a su vez, satisfacen sus necesidades directamente del medio. Lo anterior, unido a una escasa participación de la mecanización y la fertilización —tanto natural como química— en la producción, tiene como resultado una productividad de la tierra muy por debajo de los promedios nacionales, y un deterioro de la fertilidad de los suelos.

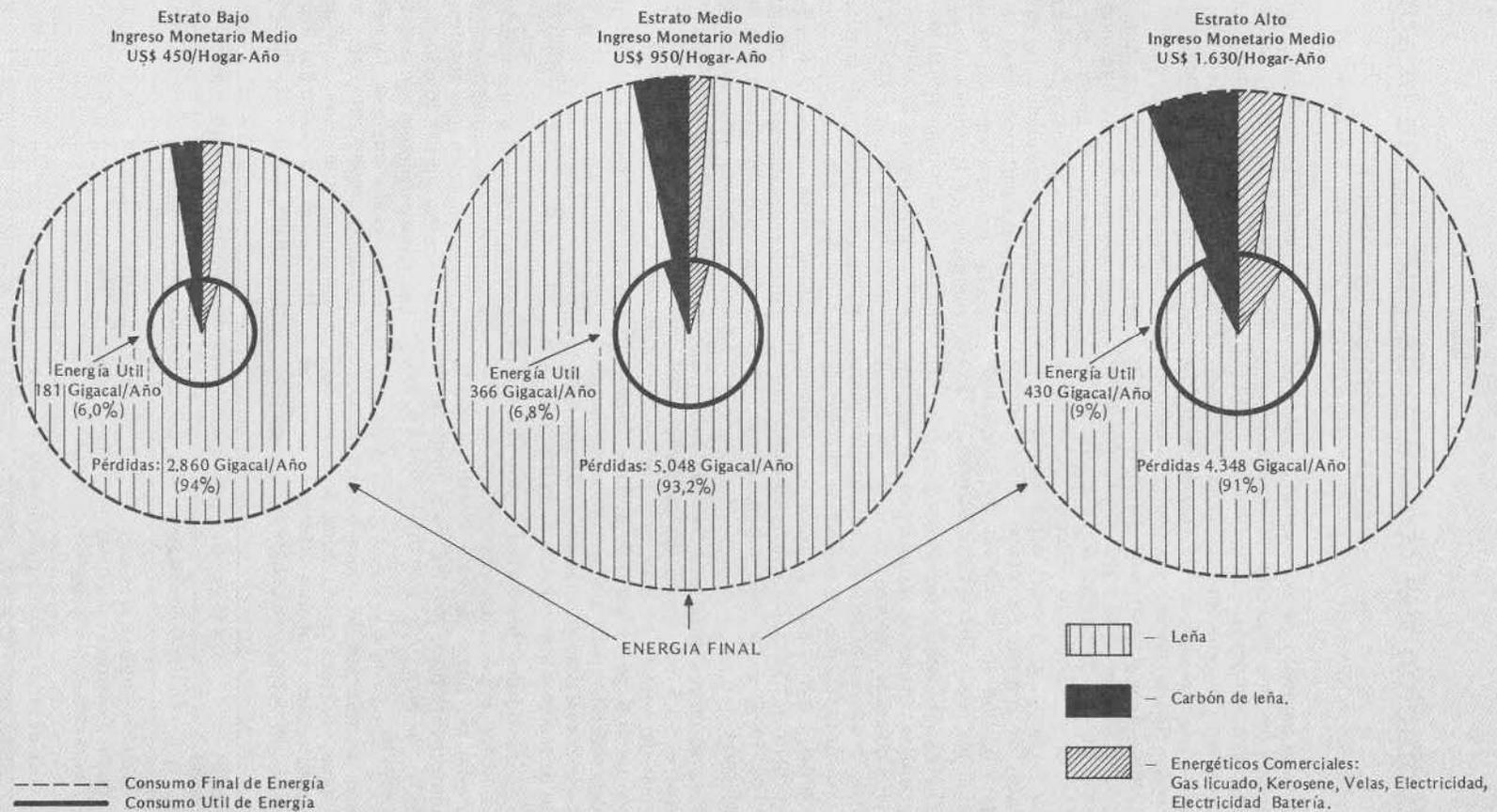
El empobrecimiento de la tierra y el manejo destructivo del resto de los recursos renovables, producto de la fuerte presión para satisfacer las necesidades alimenticias y energéticas más urgentes, constituye el desafío de la pobreza: satisfacción de necesidades y preservación del medio.

Consumo Final, Útil y Sustituciones de Energía para Distintos Niveles de Ingreso Monetario

Existen grandes desigualdades de ingreso monetario en la población estudiada aun cuando se trata de hogares con ingresos monetarios anuales inferiores a US\$ 2.500. Las familias fueron agrupadas en tres estratos de igual número de familias: los terciles de ingresos monetarios bajos, medios y altos, respectivamente. Las familias del estrato alto tienen en promedio ingresos monetarios iguales a 3,6 veces los del estrato bajo.

DESTINO DEL INGRESO MONETARIO FAMILIAR POR ESTRATO						
En US\$/Año - Hogar	BAJO	%	MEDIO	%	ALTO	%
Gasto doméstico no energético	394	87,5	837 54	88,1 5,6	1.268	77,8
Gastos domésticos energéticos	46	10,2 2,2	59	6,2	178	10,9
Gastos productivos (energéticos y otros)	10				184	11,2
Total de gastos igual al ingreso monetario	450	100,0	950	100,0	1.630	100,0

**Gráfico 2.B. AGRICULTURA CAMPESINA FAMILIAR:
CONSUMO FINAL, UTIL Y SUSTITUCIONES DE ENERGIA EN
DISTINTOS ESTRATOS DE INGRESO**



- El primer hecho que llama la atención es que el consumo de energía final más importante se produce en el estrato medio, aunque el mayor de energía útil se da en el estrato alto. Esto se debe a que las familias de más altos ingresos tienen acceso a fuentes y tecnologías energéticas de mayor eficiencia, como el gas licuado.
- La leña tiene una importancia similar en los estratos bajo y medio, 95,8 y 95,4 por ciento, respectivamente. En el estrato medio el carbón vegetal empieza a ser importante en la calefacción de la vivienda. Aparecen el gas licuado, la electricidad de batería y la electricidad de red. La eficiencia energética mejora sólo levemente, ya que el ingreso adicional disponible es empleado para satisfacer necesidades materiales no energéticas, tales como alimentación, vestido, vivienda, educación y salud. El gasto productivo crece más que el gasto doméstico en energéticos.
- Los usuarios rurales van efectuando sustituciones o agregando nuevos energéticos a medida que disponen de mayores ingresos monetarios. El ingreso adicional disponible en el estrato alto también es empleado en satisfacer requerimientos energéticos, pues se observa que el gasto doméstico en energía crece significativamente. Estos cambios en los patrones de consumo van acompañados de mejoras tecnológicas —mejor eficiencia energética—, tales como: sustitución parcial de leña por carbón vegetal para la calefacción de la vivienda; sustitución parcial de leña por gas licuado para cocinar, pero no para hornear el pan ni para calentar agua para lavar ropa; introducción de una batería de automóvil para acceder a la televisión; electrificación del hogar, dependiendo, sí, de circunstancias externas. Con la electrificación se introduce la iluminación eléctrica y el empleo de electrodomésticos.
- Sin embargo, las sustituciones de leña por otros energéticos son parciales. Las familias no dejan de emplear leña en ciertos usos aunque dispongan de gas licuado y electricidad. Entre el estrato medio y el alto, el consumo de leña decrece fuertemente, siendo sustituida parcialmente por gas licuado en la cocina y por carbón vegetal en la calefacción. Lo anterior involucra menores consumos finales acompañados por mayores consumos útiles de energía para el estrato alto. Los recursos vegetales son aun en este estrato muy importantes: 98 por ciento en términos de energía final y 90 por ciento en términos de energía útil.
- Los mayores ingresos monetarios se correlacionan claramente con una mayor producción agrícola, una mejor productividad y especialmente con una creciente comercialización de las cosechas.
- Finalmente cabe destacar que los sectores de energía productiva y doméstica, si bien son independientes en cuanto a los energéticos que emplean, interactúan entre sí indirectamente, a través de los ingresos monetarios de las familias. En efecto, las familias que en mayor proporción emplean energía comercial en sus cultivos son las que, a su vez, pueden comprar más energéticos para uso doméstico.

Perspectivas energéticas de un desarrollo sustentable para Chile

A modo de conclusiones, se hará a continuación una breve discusión de algunas perspectivas futuras que surgen de los temas abordados en este trabajo. Los puntos que interesa destacar, principalmente, son los que siguen:

- La situación energética mundial hace completamente utópico continuar pensando en la validez del desarrollo imitativo. No hay otra solución para el subdesarrollo que emprender un nuevo tipo de desarrollo creativo.
- La energía en Chile, que es hoy un freno al desarrollo imitativo, puede convertirse en un estímulo al desarrollo creativo si se buscan deliberadamente sus efectos ambientales positivos.
- Para lograrlo es preciso establecer un nuevo concepto no centralista de planificación energética: la creación participativa del futuro energético. Su tarea básica no es la selección entre alternativas existentes sino la generación de alternativas nuevas.
- El punto de partida de esta generación de alternativas energéticas debe estar en el conocimiento de la realidad ambiental del país —recursos y hábitat— y en la incorporación controlada de tecnologías que produzcan efectos ambientales positivos, tanto directos como indirectos.
- La búsqueda de efectos positivos de tipo directo debe estar orientada por un objetivo de sustentabilidad de largo plazo. Debe ser realizada a través de acciones deliberadas, para incrementar y proteger la productividad y la disponibilidad de los recursos, tanto energéticos como de otros tipos, para reducir las pérdidas de energía y para reducir la contaminación de origen energético.
- La búsqueda de efectos positivos de tipo indirecto debe estar orientada por un objetivo de mejoramiento de la calidad de vida de toda la población, primordialmente la de bajos ingresos.. Su línea de acción básica debe ser un diseño o rediseño integral de los asentamientos humanos del país, que haga explícitas, entre otras, sus necesidades de energización y que busque satisfacerlas con baja demanda de recursos y baja polarización hacia el petróleo, de modo que se asegure una igualmente baja vulnerabilidad energética.

Como elaboración de estos puntos será suficiente fundamentar el primero y dar algunos ejemplos concretos sobre los dos últimos.

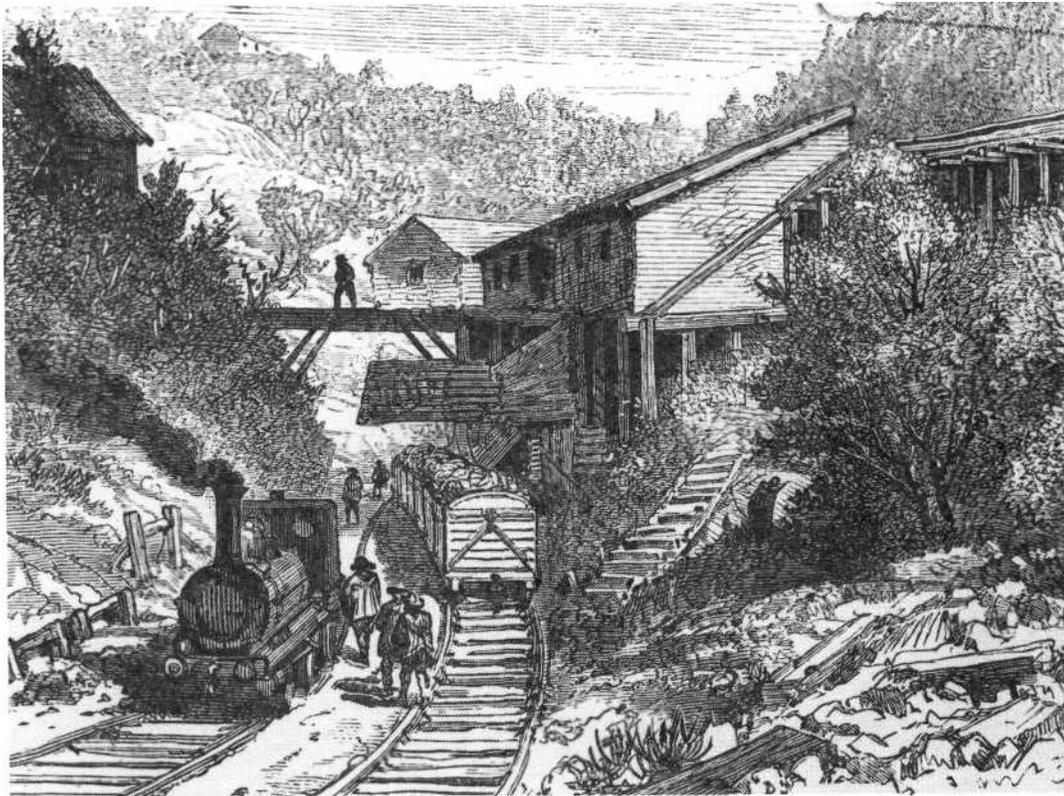
Los patrones culturales y tecnológicos en que se han basado todos nuestros esfuerzos de desarrollo, cualquiera haya sido su signo ideológico, han sido los mismos patrones modernos de desarrollo de las sociedades industrializadas. Según ellos, es preciso establecer una vasta infraestructura urbana, industrial, de transporte y de servicios que dé apoyo a grandes ciudades, con estructura de suburbios, transporte automotor, agricultura mecanizada con altos insumos químicos, industria intensiva en capital, y otros rasgos bien conocidos. Toda esta infraestructura es altamente intensiva en energía y fuertemente polarizada hacia el petróleo. En los países industrializados, ella ya está erigida y alcanza hasta el último rincón de su geografía y a todos los estratos de ingreso. Además, ella fue establecida en la era del petróleo y de la energía barata y abundante. En las condiciones actuales, creemos que es simplemente utópico pretender que los países en desarrollo puedan seguir el mismo camino si quieren lograr un desarrollo que alcance a toda la población. Sólo los costos de la energía presentan un obstáculo insalvable. Esto no quiere decir que estemos condenados a no desarrollarnos, sino que es imperativo buscar un camino diferente.

Las tareas que están por realizarse en la búsqueda de efectos ambientales directos de la energía que sean positivos, son muy vastas. Casi todas ellas implican la incorporación de tecnologías que hoy no están en aplicación en Chile, lo cual deberá hacerse con participación creativa de instituciones nacionales, tanto empresas como organismos de investigación. Algunas de estas tareas son las siguientes:

- Resolver los problemas derivados de la lejanía de nuestros principales recursos energéticos los carbones de Magallanes— con respecto a los grandes centros de consumo. Algunas líneas de trabajo de interés son la obtención de derivados sólidos de mayor poder calorífico y la obtención de derivados líquidos.

- Llegar a conocer en profundidad el funcionamiento actual de los mercados de la leña, las disponibilidades y potencialidades reales de este recurso y sus necesidades de protección y manejo.
- Determinar los potenciales viables de aplicación masiva de la energía solar y de la energía eólica, en diversos usos y mediante diferentes tecnologías.
- Buscar en forma deliberada modos viables de sustituir por energéticos nacionales todos los consumos de petróleo donde éste no sea técnicamente irremplazable en el presente.
- Determinar los potenciales de ahorro de energía que existen en todas las actividades e identificar las innovaciones tecnológicas e institucionales que se requieren para hacerlos efectivos.
- Establecer, con seguimiento permanente, los efectos contaminantes del uso de energía sobre el habitat y sus efectos sobre la productividad y disponibilidad de otros recursos, e identificar las innovaciones tecnológicas e institucionales que se requieren para reducirlos drásticamente.

Con respecto a los efectos indirectos, es suficiente tener en cuenta el déficit de viviendas y de lugares de trabajo que presenta el país para apreciar la magnitud de la tarea de construcción habi-tal que está por hacerse. Desde el punto de vista energético, hay muchas maneras de realizar esta tarea, que, a igualdad de costos, pueden tener efectos muy variados sobre la energización disponible, la demanda de recursos, la polarización hacia el petróleo o la vulnerabilidad energética. En la actualidad no parece haber en el país ninguna conciencia sobre estos temas, a juzgar por el modo en que se construyen y se equipan las viviendas o por la insistencia en el transporte automotor, en lugar del electrificado, cuando este último es aplicable. Pueden resumirse las necesidades de acción en este ámbito señalando que todas y cada una de las tecnologías del habitat deberían reevaluarse en función de sus efectos indirectos, y que tales efectos deberían considerarse en todas las actividades de planificación y formulación de proyectos: globales o sectoriales, nacionales o regionales, públicas o privadas.



CAPITULO

Hernán Sandoval, Germán Corey y Horacio Boccoardo

Salud



CAPITULO 7

Salud

"El medio humano comprende aquellos factores físicos, químicos, biológicos y sociales que ejercen efectos significativos y detectables sobre la salud de la comunidad humana" (OMS)

Durante las dos últimas décadas se ha producido un renovado interés por buscar las relaciones que hay entre la salud de las personas, una comunidad, un país y el ambiente en que se desarrolla su vida cotidiana.

Esta búsqueda retoma el hilo de la tradición hipocrática, fuente principal del saber médico occidental hasta mediados del siglo XIX. Hipócrates, en su tratado "Sobre el aire, las aguas y los lugares", señalaba a los médicos:

"Honra su profesión el que toma en cuenta, como es conveniente, las estaciones del año y las enfermedades que ellas provocan; los vientos propios de cada región y la calidad de sus aguas; quien observa cuidadosamente la ciudad y sus alrededores para ver si la altura es poca o importante, si el clima es cálido o frío, seco o húmedo; quien, además, observa el tipo de vida y en particular los hábitos alimentarios de los habitantes, en resumen todas las causas que pueden provocar un desequilibrio de la economía animal".

Los progresos realizados por el mejor conocimiento del origen de las enfermedades, principalmente las enfermedades transmisibles, permitieron combatir eficazmente flagelos tradicionales como la difteria, el tétanos, la fiebre puerperal, la rabia y numerosos otros que causaban una elevada mortalidad. La disponibilidad de vacunas y, más tarde, de medicamentos antibacterianos, como las sulfamidas y los antibióticos, hicieron disminuir la importancia de las enfermedades transmisibles.

Por otra parte, el conocimiento de los agentes de las enfermedades y sus ciclos de transmisión posibilitaron un control más eficaz de ellas; por ejemplo, se pudo saber que los climas húmedos y cálidos favorecían la malaria porque se daban las condiciones para que se reprodujeran los mosquitos vectores de la enfermedad y también que los parásitos que la producían se podían controlar inicialmente con sustancias químicas naturales y posteriormente con otros antimaláricos sintéticos.

Los triunfos obtenidos en la lucha contra la enfermedad, a partir del conocimiento de los gérmenes que la producían, hicieron olvidar la noción hipocrática de equilibrio del hombre con su ambiente, y el pensamiento médico durante más de un siglo ha estado impregnado de un sello triunfalista que se afirmaba en un progreso constante del conocimiento científico, descuidándose la búsqueda armónica de todos los componentes que intervienen en el delicado equilibrio salud-enfermedad de un individuo o de una sociedad.

La disminución en los países más desarrollados de las enfermedades transmisibles y en algunos casos la erradicación de algunas de ellas, hizo pensar en un mundo libre de enfermedades y en la posibilidad de prolongación sin límites de la esperanza de vida. Sin embargo, no se consideró que la desaparición de algunas enfermedades abre un espacio que no queda vacío, sino que es ocupado por otras enfermedades que muchas veces llevan el signo del progreso. Es decir, el hombre mismo crea las condiciones para que se produzca la ocupación del espacio que el mejoramiento de algunos índices de salud origina.

Hoy día podemos recuperar la visión de Hipócrates, que llamaríamos en este momento ecológica, reintegrando con pleno derecho la influencia del ambiente en la salud, tanto en sus aspectos positivos como negativos.

Chile, como país en desarrollo, presenta un cuadro desigual y combinado, que obliga a tomar en cuenta elementos a veces contrapuestos: pobreza rural, marginalización urbana, desnutrición y escaso saneamiento ambiental, por una parte; urbanización creciente, industrialización desordenada y la introducción de nuevas técnicas agrícolas por otra. Esto produce un cuadro polifacético, con persistencia de problemas de enfermedades transmisibles y otros, como desnutrición, para algunos grupos socioeconómicos o regiones del país y con la aparición de enfermedades degenerativas.

Las diferencias de los perfiles de morbilidad y mortalidad entre diversas regiones o según los estratos socioeconómicos son marcadas, ilustrando la desigualdad en la distribución de los beneficios del desarrollo alcanzado hasta hoy. Estas diferencias no se perciben en los promedios que muestran las estadísticas corrientemente usadas, promedios que ocultan las diferencias profundas que análisis más detallados pueden poner en evidencia.

En este complejo panorama, el concepto de la salud, como elemento integrante del desarrollo económico y social, debe encontrar expresión concreta en el tipo de estrategias que se definan para las próximas décadas, fundamentalmente a través de la incorporación del componente salud en los planes de desarrollo¹.

Es evidente que la mayor disponibilidad de los bienes de consumo, el aumento de la producción agrícola y la creación de nuevos empleos, que son el objeto de esos planes de desarrollo, son una condición necesaria para la elevación de los niveles de vida y de salud, pero alcanzar esos objetivos no basta para lograr una mejoría en la salud de la población. Nuevos problemas aparecen que, de no ser atacados a tiempo, provocarían nuevas patologías que representan una pesada carga social y económica.

Los problemas que aparecen como los de mayor magnitud en los próximos años y con fuerte incidencia en la salud de la población son los siguientes:

Urbanización. Actualmente, más del 70 por ciento de la población del país habita en ciudades. Es un enorme desafío proporcionar a esa población los elementos básicos para una buena salud: vivienda, alimentación, educación, trabajo, saneamiento básico y servicios sanitarios adecuados.

La urbanización es un fenómeno aparentemente irreversible, en la medida en que la ciudad aparece, para millones de personas, como el sitio donde se puede acceder a los beneficios del progreso, inalcanzable en el medio rural. La ciudad crea también la ilusión de la posibilidad de escape a los rigores impuestos por la naturaleza. En cierta medida ello es así, el medio urbano es un ambiente artificial por excelencia, creado por el hombre para sí y representa el triunfo del hombre sobre la naturaleza. La vida citadina produce la peligrosa sensación de que el hombre puede prescindir del ambiente natural, percibiéndose la naturaleza en forma parcial y deformada; para unos es escape, solaz y regreso al hombre primario, para otros se percibe sólo cuando se manifiesta en forma negativa: tempestades, inundaciones, terremotos.

La migración masiva del campo a la ciudad en las últimas décadas y el crecimiento demográfico han producido una urbanización anárquica con deplorables condiciones de vida y de salud para los marginados en las grandes ciudades, donde el hacinamiento, el desempleo, la carencia de agua potable y de saneamiento, así como de otros servicios sociales básicos, provocan una patología característica de la pobreza².

Sin embargo, nos detendremos a examinar mecanismos más sutiles de deterioro de la salud. Por ejemplo, se ha constatado en muchas ciudades el aumento alarmante de la frecuencia de dos cuadros alérgicos íntimamente relacionados entre sí, la rinitis espasmódica y el asma bronquial, afecciones que no comprometen en mucho la esperanza de vida, pero que disminuyen la capacidad de trabajo de quienes las sufren. En muchos casos, estas afecciones alérgicas tienen test cutáneos positivos para polen de gramíneas; paradójicamente, esta sensibilización no es una enfermedad de los campesinos que están expuestos a concentraciones mucho más elevadas de este tipo de polen. En el medio urbano, la sensibilización se ve favorecida por la exposición a la contaminación del aire que, al irritar las mucosas bronquiales, facilita la penetración de las macromoléculas de polen y la reacción alérgica. Vemos el efecto combinado de factores provocados por la acción humana de la cual no se sospechaba su rol patogénico, la agresión química de las mucosas por los irritantes atmosféricos de las ciudades y la acción alergizante de los pólenes de plantas que en condiciones naturales no producen esa patología.

Además de los problemas físicos causados por la urbanización encontramos aquellos provocados por el desarraigo y la inadaptación sociocultural a la vida urbana, con su cortejo de secuelas en la salud mental que llevan al fracaso escolar, la drogadicción, la delincuencia juvenil, síntomas de la inadaptación creciente de la población a las presiones de la vida urbana.

Industrialización. Objetivo de muchos de los planes elaborados en las últimas décadas y a los que se dirigen la mayoría de las inversiones de los países. Dos grandes problemas aparecen como consecuencia de ella. El primero es la exposición laboral de los trabajadores a técnicas y sustancias que son fuente de patología específica o que por vías tortuosas causan disminución de la esperanza de vida de la masa laboral. La fracción de la población expuesta representa un grupo de avanzada de la sociedad en cuanto son los primeros en sufrir los efectos nocivos de agentes o condiciones que más tarde actuarán sobre la población general. Este fenómeno es particularmente alarmante en el caso de transferencia de nuevas tecnologías y en la introducción de sustancias tóxicas. El otro problema es el provocado por los residuos gaseosos, líquidos y sólidos, que al no ser controlados ponen en peligro la salud de la comunidad toda.

Agroquímica. La utilización masiva de productos químicos en la agricultura se generaliza sin que se pongan en práctica controles adecuados, tanto para proteger la salud de los usuarios directos, como para preservar la de la población general y el ambiente.

Abastecimiento de Agua. En las grandes urbes se plantean serios problemas de abastecimiento de agua, surgiendo dificultades de financiamiento y logísticas prácticamente insalvables en algunos casos, especialmente en aquellos donde ya se han agotado las fuentes normales de captación y se necesitan grandes obras de infraestructura para cualquier incremento en el abastecimiento y para la construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas.

El esfuerzo desplegado y las inversiones realizadas en este campo se ven menoscabados en su efecto benéfico por la persistencia de las prácticas de riego de frutas y verduras de consumo fresco con aguas servidas, especialmente en la vecindad de las grandes ciudades donde la presencia de un gran mercado de consumo estimula la producción con cualquier medio al alcance de los agricultores. Esta práctica se traduce en la gran frecuencia de las enfermedades gastrointestinales como efecto inmediato; ignorándose lo que representa la presencia de las sustancias tóxicas minerales y orgánicas que también llevan esas aguas, producto de efluentes industriales. Las dificultades apenas esbozadas nos llevan a señalar que el problema del agua debe ser analizado globalmente, no sólo en cómo abastecer a la población urbana y rural, sino en cómo reutilizar el agua sin provocar riesgos a la salud de la población.

Explotación de Recursos Naturales. En muchos casos, la utilización de los recursos naturales es acompañada de daños irreversibles para el frágil equilibrio ecológico de grandes regiones, especial-

mente al destruirse la masa vegetal, sea por explotación de bosques, sea por destinar al cultivo tierras que no son aptas para ello, o bien por la sobrecarga de ganado en praderas de escasa capacidad de reproducción. El resultado más conocido de estas prácticas es la desertificación de regiones semiáridas desplazando grandes cantidades de personas a otras regiones donde son acogidas en forma más que precaria.

Voces se elevan contra la 'irracionalidad' que representa la explotación intensiva de los recursos naturales renovables y no renovables, insistiéndose sobre lo irracional de esta conducta al proyectarse sus resultados al futuro; esa 'irracionalidad' es sólo aparente porque en tal actitud la racionalidad prevaleciente es la de los intereses económicos que subordinan el bienestar común a la obtención de beneficios máximos en corto plazo. Engañarse sobre este problema de fondo en la programación de la protección del ambiente y de la salud de la población llevaría a cometer errores en las estrategias escogidas para dar solución a esos problemas.

Las prácticas y los problemas antes enumerados se conjugan para generar la contaminación del ambiente, fenómeno de creciente importancia cuyas consecuencias son difíciles de evaluar con los métodos de la epidemiología clásica y, además, los indicadores de salud más frecuentemente usados las reflejan muy parcialmente. La gestación gradual de la patología que la contaminación del ambiente genera no nos permite reconocerla aún en su verdadera extensión y sólo la perspectiva del tiempo nos mostrará su imagen global.

La conciencia colectiva no ha despertado totalmente a estos riesgos de insidiosa acción e incluso en los medios científicos se acogen con escepticismo los gritos de alarma que señalan que ya estamos, en muchos casos, en niveles críticos de contaminación con deterioro marcado de grandes áreas geográficas y de la calidad de vida.

Esta enumeración, no exhaustiva, de problemas que, a nuestro juicio, tendrán un efecto significativo en la salud de la población en las próximas décadas puede aparecer como alejada frente a la realidad impactante de otros problemas que requieren una acción inmediata y en los que las causas y las posibles soluciones son mejor conocidas. Concordamos sobre la prioridad que pueda tener la salud materno-infantil o la lucha contra las enfermedades transmisibles que puedan ser prevenidas con inmunización, pero sólo una comprensión conjunta de los problemas puede llevar a la concepción y realización de planes de salud con efectos durables, que consideren los múltiples factores que entran en juego en la ruptura del equilibrio que lleva de la salud a la enfermedad.

La salud para todos en el año 2000 sólo será obtenida si se introducen gradualmente todos los componentes de un complejo cuadro, donde las relaciones del hombre con el ambiente adquieren cada día mayor peso por el delicado equilibrio que es necesario mantener para extraer los recursos de la naturaleza sin causar un deterioro irreversible.

No transformaremos los llamados de la legítima alerta en pesimismo, no tenemos por qué pagar un tributo demasiado alto al progreso que exige la satisfacción de las necesidades básicas de nuestras poblaciones; al contrario, la experiencia adquirida por los países industrializados debe ser la guía que nos indique cómo no repetir errores, y el conocimiento acumulado es suficientemente vasto como para permitirnos evaluar los efectos de cada proyecto sobre el ambiente. No basta, sin embargo, el conocimiento científico de los problemas; es necesaria, además, la decisión política de los gobernantes para ponerlos en práctica a través de una estructura técnico-administrativa adecuada.

Salud y ambiente

"Pocas ciencias hay que para enseñarse de un modo conveniente no necesitan adaptarse a nosotros, a nuestra naturaleza física, a nuestras circunstancias sociales. ¿Buscaremos la higiene y patología del hombre chileno en los libros europeos, y no estudiaremos hasta qué punto es modificada la organización del cuerpo humano por los accidentes del clima en Chile y de las costumbres chilenas?, y un estudio tan necesario ¿podrá hacerse en otra parte que en Chile? Para la Medicina está abierto en Chile un vasto campo de exploración, casi intacto hasta ahora, pero que muy presto va a dejar de serlo, y en cuyo cultivo se interesan profundamente

la educación física, la salud, la vida, la policía sanitaria y el incremento de la población¹: "La Medicina investigará las modificaciones peculiares que dan al hombre chileno su clima, sus costumbres, sus alimentos, se desvelará por arrancar a las epidemias el secreto de su germinación y de sus actividades devastadoras y hará, en cuanto sea posible, que se difunda a los campos el conocimiento de los medios sencillos de conservar y reparar la salud".

Andrés Bello, Memoria del Rector de la Universidad de Chile, 29-X-1848.



Antecedentes nacionales

En Chile existe una centenaria tradición oficial de proteger la salud contra las agresiones del ambiente. Se expresó, primero, en la ley que, en 1886, crea la Policía Sanitaria y, posteriormente, en la dictación de cuatro Códigos Sanitarios. El Código de 1931 creó la Dirección General de Sanidad que existió como institución autónoma hasta 1952 cuando se organiza el Servicio Nacional de Salud (SNS). Este último integra todas las funciones de dicha Dirección General en su Subdepartamento de Protección de la Salud³.

Los fundadores del Servicio Nacional de Salud tuvieron una visión integral de los problemas sanitarios concentrando en una sola dependencia todos los aspectos cuya acción preventiva tiene su mayor efecto en la intervención sobre el ambiente. Al Subdepartamento de Protección de la Salud se le asignaron tareas de control en materia de:

- Higiene Ambiental: vivienda, agua, eliminación de excretas, control de vectores, etc.
- Control de Alimentos: calidad, higiene y tecnología.
- Higiene, Seguridad y Medicina del Trabajo: saneamiento de los sitios de trabajo, prevención de accidentes y enfermedades laborales.
- Epidemiología: control de enfermedades transmisibles agudas y crónicas.

El enfoque integrador del SNS permitió llevar a cabo programas de control de enfermedades prevalentes en la época y hacer avanzar en forma importante la salud pública del país. El Código Sanitario de 1967, actualmente vigente, reafirma que corresponde: "Al Servicio Nacional de Salud, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Salud Pública, atender las materias relacionadas con la salud pública y el bienestar higiénico del país, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 10 de la Constitución Política del Estado".

La conciencia de la importancia de los problemas ambientales se expresa en el interés de los pueblos y los gobiernos en darse los instrumentos legales y administrativos que permitan enfrentarlos. Así, sucede en Chile:

- Las inquietudes sobre los problemas ambientales y ecológicos ya se manifestaron en el país en la década de 1960, a nivel de grupos científicos y profesionales de universidades, institutos e instituciones públicas y privadas, y crecientemente en la opinión pública. El Servicio Nacional de Salud fue un permanente promotor de una acción integral y del desarrollo de la conciencia pública sobre estos problemas, colaborando con iniciativas tales como las 'Primeras Jornadas sobre Contaminación del Ambiente en Chile', realizadas en Santiago en mayo de 1972 y organizadas por la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile⁴.
- En 1970 se crea la 'Comisión Nacional contra la Contaminación Ambiental', con el carácter de transitoria y con el fin de "prevenir la creciente y masiva contaminación del aire, tierra, agua y alimentos". Luego, dicha Comisión se hizo permanente (1971), en la cual el Ministerio de Salud y otros cinco ministerios se concertaron para: precisar los diagnósticos de situación, lograr una eficiente coordinación de los servicios comprometidos, proponer un programa de control, revisar la legislación vigente, proponer un código único, promover la formación de profesionales y evaluar la marcha de los programas. Se establece, además, que los programas que elabore la Comisión deben ser puestos en conocimiento de ODEPLAN para que ésta los compatibilice con los programas de desarrollo económico y social del país. Esta comisión se mantuvo en actividad hasta 1978, y luego entró en receso. Posteriormente se crearon dos nuevas comisiones similares que igualmente cesaron sus funciones.
- Sin embargo, la comunidad científica y profesional del país ha persistido en mantener la problemática de salud y ambiente como un elemento de primera importancia en el conjunto de los problemas ecológicos, incluyendo una sección de salud en el 'Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno', realizado en La Serena en agosto de 1983⁵.

Antecedentes internacionales

En 1972, en Estocolmo, la Organización de las Naciones Unidas puso de relieve los problemas del ambiente al organizar la Conferencia sobre el Medio Humano, que marca el comienzo de la búsqueda de una concertación internacional para enfrentar los problemas del ambiente⁶.

La Organización Mundial de la Salud había, por su parte, señalado "la considerable variedad de riesgos que la degradación del medio presenta hoy para la salud y que obliga a abordar con criterio ecológico el conjunto de problemas planteados"⁷.

En el período 1973 a 1982 se realizaron varias Conferencias Internacionales*, las que reafirmaron la cuestión del ambiente como parte integral del desarrollo como medio de evitar que las modificaciones ambientales que éste produce no malogren los beneficios esperados.

En el área de la Salud, la Conferencia de Alma Ata, realizada en 1978 en la Unión Soviética, introduce como uno de los elementos de la atención primaria el saneamiento ambiental como base para alcanzar el objetivo social de 'Salud para todos en el año 2000'. La Conferencia entiende el concepto de atención en salud no sólo como el cuidado de las personas sino como aquellas condiciones que permiten alcanzar una buena salud⁸.

En el ámbito americano, la Organización Panamericana de la Salud creó en 1975 el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud para colaborar con los países de las Américas en la investigación y la búsqueda de solución a los problemas ambientales que influyen en la salud de la población, el cual ha puesto especial énfasis últimamente en la contaminación química.

El aporte de la ONU y sus agencias especializadas ha sido crucial para crear una conciencia internacional y mantener vigente el propósito de la Conferencia de Estocolmo: 'salvaguardar, mejorar y acrecentar el medio humano para las presentes y futuras generaciones del Hombre'.



Población (1974, Bucarest), Alimentación (1974, Roma), Habitat (1976, Vancouver), Agua (1977, Mar del Plata), Desertificación (1977, Nairobi), Ciencias y Tecnología para el Desarrollo (1979, Viena), Fuentes de Energía Renovables y No Renovables (1981, Nairobi), y en 1982 un período especial de sesiones del Consejo de Administración del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo,

Envenenamiento por contaminación del agua

En el contexto de la problemática medioambiental, el mundo ha conocido casos dramáticos de contaminación de aguas, casos que no sólo han puesto en peligro la vida humana, sino que la han afectado trágicamente. Tales casos, si bien ocurridos a muchas millas de nuestras costas, son, y deben ser, un llamado de alerta a la humanidad.

Minamata

El nombre de Minamata estremece aun hoy a los medioambientalistas de todo el mundo. A comienzos de los años 50, los habitantes de este pequeño pueblo pesquero japonés fueron acometidos por envenenamiento de mercurio, como consecuencia del consumo de pescado contaminado por los desechos de una industria cercana. En 1972, se reconoció oficialmente que esta situación había provocado casi 300 víctimas. Los síntomas del mal de Minamata se reflejaban en locura, parálisis, pérdida de la visión y del habla, pérdida del control emocional, todo ello debido al daño provocado en el sistema nervioso central. En la etapa final de la enfermedad, los músculos de las víctimas decaían, llevándolas al estado de coma y, en muchos casos, a la muerte.

Bombay

Recientemente, investigaciones realizadas por el Instituto de Ciencias de Bombay, reveló que las industrias localizadas en las márgenes del río Kalu —aproximadamente a 50 km de Bombay— reproducían el desastre de contaminación. El río Kalu fluye a través de los suburbios industriales al noroeste de Bombay y se vacía en el Mar Ará-

bigo. El río recibe efluentes de 150 unidades industriales. El contenido metálico de los efluentes y las concentraciones de mercurio superan los niveles permitidos. Sin embargo, el problema real no es tanto la cantidad de estos metales en el agua, sino su acumulación en el sedimento. Estos elementos no son solubles en agua y se asientan en el fondo. Ciertas bacterias del río convierten el mercurio insoluble en metilmercurio soluble que es un veneno mortal y que puede ser absorbido por organismos vivos. De este modo, el mercurio se integra a la cadena de alimentos. Así, el pez se envenena y el ganado que pasta cerca de estas aguas ingiere y acumula también mercurio.

Hay cinco ppm* de mercurio en la leche del ganado que pasta en las plantas píceas.

Un niño que ingiere un litro diario de esta leche consume 35 ppm de mercurio en una semana. En un período de varios meses esto puede conducir a acumulaciones de 0,3 o más mg de mercurio, lo que está por sobre los niveles de seguridad. "Los síntomas de envenenamiento por mercurio ya son discernibles: calambres característicos, convulsiones, decaimiento, deterioro de la audición, daño en la visión, sensación de entorpecimiento, etc.", informa un reportaje en la revista 'Imprint', en tanto la revista 'Ambio', dedicada al medio ambiente humano, reporta varios casos de parálisis en el área.

La planificación de las aguas del río Kalu es difícil de resolver sin la acción de una presión pública. De hecho, los medioambientalistas japoneses debieron sostener una larga lucha para probar que el 'Mal de Minamata' era, en efecto, un caso de envenenamiento medioambiental.

* Partes por millón.



Problema medio ambiental de la salud

Los diversos componentes del 'medio' que influyen sobre la salud del hombre forman parte de un todo indivisible, de modo que cuando uno de ellos es aislado con fines analíticos no deben perderse de vista sus complejas interrelaciones con otros niveles o factores, o el efecto subyacente que alguno de éstos puede estar ejerciendo. En aras de la claridad expositiva, cualquier presentación sobre la materia debe necesariamente considerar por separado los componentes, pero muchas veces se requerirán alcances y se intentará establecer correlaciones⁹.

Agua y Disposición de Excretas

Desde hace varios años las Naciones Unidas, a través de sus organismos especializados, han venido mostrando su preocupación por toda la gama de los problemas del desarrollo de los recursos hídricos, especialmente en lo que dice relación con el abastecimiento de agua potable a las comunidades. También deben mencionarse otros problemas tales como el agua para la agricultura, la contaminación y los recursos hídricos compartidos^{*10}.

La calidad sanitaria básica del medio ambiente incide importante y directamente en los niveles de morbilidad y mortalidad de la población humana que lo habita. Las afecciones infecciosas gastro-intestinales —virales, bacterianas y parasitarias— son el mejor ejemplo de tal aseveración.

La contaminación del agua se produce con frecuencia como resultado de una inadecuada disposición de aguas servidas u otros líquidos resultantes del uso doméstico de ella; de desechos industriales, de crianza de animales, de drenaje de regadío y del escurrimiento de aguas urbanas. El uso de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura es otra de las causas importantes de contaminación. Esta última puede asumir también carácter térmico, entendiéndose por tal la derivada de descargas de líquidos a temperaturas superiores a la del medio. Los daños para la salud producidos por aguas contaminadas son consecuencia, como ya se ha dicho, de su contenido en bacterias, virus y parásitos y explican en gran parte la alta endemia de enfermedades entéricas y parasitarias agudas y crónicas que se registran en los países pobres. Por otra parte, las aguas son contaminadas también por sustancias radiactivas, naturales o producidas por el hombre, y por otras materias químicas orgánicas e inorgánicas. Es necesario reiterar que la contaminación del agua repercute sobre otros componentes del medio, especialmente los suelos y los alimentos. El deterioro del medio ambiente reviste así un carácter integral.

En la Tabla 7.1 puede apreciarse la situación favorable en Chile para el nivel urbano en comparación con el extraordinario déficit, del orden de un 59 por ciento, de viviendas rurales sin agua potable. En la Tabla 7.2 se pone de manifiesto la deficiente calidad sanitaria del agua potable que consumieron en el período los chilenos, situación que adquiere mayor o menor gravedad según la región de que se trate¹¹. Las relaciones que esto tiene con la presencia de afecciones bacterianas, virales y parasitarias serán abordadas cuando se haga alusión a las enfermedades entéricas.

Vivienda

Prácticamente en todos los países se registra déficit de viviendas adecuadas, entendiéndose por tales aquellas que cumplen con requisitos sanitarios mínimos. De allí que la construcción habitacional haya adquirido elevada prioridad en los programas de bienestar social, muy especialmente en los países en desarrollo. Se estima que hacia 1980 el déficit de viviendas llegaba en Chile a las 800.000 unidades. Ello ha hecho proliferar las llamadas poblaciones marginales, que han surgido de manera vertiginosa y carente de planificación.

Un número creciente de asentamientos son 'transitorios' en el sentido de que sus habitantes están experimentando un cambio social y económico, el más importante de los cuales consiste en la transición de la vida rural a la urbana. A este fenómeno se agrega el crecimiento poblacional de

Esta preocupación culminó en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar del Plata, marzo de 1977) y en ella se estableció la realización del "Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento" (1981-1990).

las nuevas generaciones que nacen en esas zonas marginales, sometidas, por lo general, a condiciones muy precarias, careciendo, las más de las veces, de servicios sanitarios básicos.

Tabla 7.1. AGUA POTABLE Y EVACUACION DE EXCRETAS: CHILE, 1970 A 1982

AÑO	% POBLACION URBANA CON CONEXION DOMICILIARIA		% POBLACION RURAL CON CONEXION DOMICILIARIA	
	Agua	Alcantarillado	Agua	Fosa Séptica
1970	62	36	4	12
1975	78	47	7	9
1977	81	52	8	8
1980	92	70	—	—
1982	92	70	21*	27*

Fuente: Servicio Nacional de Obras Sanitarias (SENDOS).
 * Juricic D.: Encuesta de Saneamiento en áreas rurales (estudio inédito).

Tabla 7.2. NUMERO Y PORCENTAJE DE SERVICIOS FISCALES DE AGUA POTABLE QUE SUMINISTRARON AGUA DE MALA CALIDAD BACTERIOLOGICA, Y POBLACION SOMETIDA A RIESGO. CHILE, 1971 - 1979

AÑO	Total de Servicios Controlados	Nº de Servicios que proporcionó agua de mala calidad bacteriológica durante 1 mes o más	% de servicios controlados que suministró agua de mala calidad bacteriológica durante 1 mes o más	% de la población sometida a riesgo por consumo de agua de mala calidad bacteriológica
1971*	193	98	51	55
1972	209	138	66	64
1973	186	106	57	44
1974	213	127	60	31
1975	217	99	46	22
1976	228	99	43	28
1977**	302	—	—	30
1978	306	—	—	45
1979	305	—	—	41

Fuente:
 * Información período 1971-1976 elaborada por la Dirección General del Servicio Nacional de Salud.
 ** Información período 1977-1979 elaborada por el Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 7.3. CANTIDAD DE VIVIENDAS URBANAS Y RURALES EN CHILE (1952-1980)

Viviendas	1952	1960	1970	1982
Urbanas	692.188	939.626	1.312.860	2.044.239
Rurales	399.258	383.270	376.980	466.036
Total	1.091.446	1.322.896	1.689.840	2.510.275

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda, años 1952, 1960, 1970 y 1982.

La Tabla 7.3 informa sobre el número de viviendas urbanas y rurales y su evolución en el transcurso de tres décadas. Se aprecia que entre los años terminales del periodo, el número de viviendas urbanas casi se triplica, en tanto que las rurales aumentan en alrededor de un 8 por ciento.

Diversos estudios han procurado establecer las relaciones que existirían entre el estado de salud y las deficiencias e insuficiencias habitacionales. Se ha buscado vincular mortalidad infantil, morbilidad y mortalidad por enfermedades transmisibles agudas y crónicas con hacinamiento y otros problemas de la vivienda. Igualmente se ha sugerido que esas condiciones deficitarias tendrían relación con morbilidad y mortalidad por accidente en los ancianos y en los niños. Otros estudios han tratado de relacionar tales deficiencias con el incremento de patología social especialmente en los grupos juveniles. En todo caso, se estima necesario desarrollar nuevos métodos para recoger la información, así como contar con observaciones prolongadas capaces de detectar a corto, mediano y largo plazo el deterioro físico, mental y social.

Suelo

La contaminación del suelo es habitualmente consecuencia de hábitos antihigiénicos, prácticas inadecuadas en la agricultura y métodos incorrectos de disposición de desperdicios sólidos y líquidos. Entre éstos deben mencionarse la acumulación de productos derivados de la industria del petróleo; el uso de sustancias químicas, tales como fertilizantes y plaguicidas en la agricultura; la disposición inadecuada en la tierra de desechos domésticos e industriales y las áreas marginales de las grandes urbes, donde vive parte importante de la población que registra los índices socioeconómicos más negativos. Al respecto, la información disponible para el país es bastante confiable y detallada desde hace varios años. Sin embargo, se carece de datos sobre el daño que para el hombre representan otros tipos de contaminación, derivados de la introducción de nuevas técnicas en la industria y la agricultura.

En los países subdesarrollados, como Chile, la contaminación del suelo que reviste la mayor importancia es aquella debida a microorganismos y parásitos patógenos. El fenómeno es el resultado principalmente de una disposición y tratamiento inapropiados de las excretas humanas. Esta contaminación es una de las mayores causas de enfermedades transmisibles en las zonas rurales y en las áreas marginales de las grandes urbes, donde vive parte importante de la población que registra los índices socioeconómicos más negativos. Al respecto, la información disponible para el país es bastante confiable y detallada desde hace varios años. Sin embargo, se carece de datos sobre el daño que para el hombre representan otros tipos de contaminación, derivados de la introducción de nuevas técnicas en la industria y la agricultura.

Los residuos sólidos o basuras urbanas constituyen en nuestro país uno de los más importantes contaminantes del suelo y del ambiente en general, particularmente en las grandes ciudades como Santiago, Valparaíso y Concepción. Un significativo avance representó para nuestro país en 1976 la dictación de las Normas Sanitarias Mínimas para la operación de basurales. De una cobertura inicial global de un 60 por ciento de recolección y transporte, se ha llegado a una cobertura de 90 por ciento en la Región Metropolitana.

Vale la pena agregar que, en general, los pronósticos, sin embargo, indican que si los procesos de urbanización e industrialización continúan desarrollándose de acuerdo a los modelos tradicionales, el deterioro del medio llegará pronto a niveles incompatibles con la vida humana. Esto hace imprescindible investigar más a fondo la realidad actual e implementar políticas que hagan posible poner el problema bajo control^{12, 13}.

Aire

El aire no es sólo una mezcla de gases naturales; contiene, además, algunos elementos naturales, como esporas, semillas, granos de polen y polvo. Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de sustancias, puestas allí fundamentalmente por la actividad humana, en concentraciones capaces de afectar el bienestar del hombre, los animales o las plantas.

El problema de la contaminación atmosférica en Chile se ha estudiado, principalmente, en el Gran Santiago —donde reviste, sin lugar a dudas, la mayor gravedad— y en otros lugares muy específicos*. Se presume que el fenómeno alcanza también niveles significativos en otros centros

Para una exposición más detallada de este problema refiérase al Capítulo 'Contaminación Atmosférica',

urbanos industriales del país, tales como Valparaíso y Concepción. La situación que afecta a Santiago es producto de múltiples causas; a ella contribuyen, además de una insuficiencia de una política respecto del parque automotriz, las industrias, las actividades domésticas y el transporte y la generación de energía. Decisiva influencia ejercen las peculiares características geográficas y meteorológicas de la capital, que desde este punto de vista deben considerarse adversas. Entre los principales factores contaminantes está la existencia actualmente de unos 350 mil vehículos motorizados, unas 2.500 fuentes industriales, una planta termoeléctrica y otra serie de diferentes tipos de industrias con emanaciones específicas. Son dignas de notarse las actividades domésticas contaminantes: calefacción, la quemazón de hojas y de residuos vegetales en otoño e invierno.

Los principales contaminantes identificados hasta el momento en Santiago corresponden a monóxido de carbono, anhídrido sulfuroso, óxidos de nitrógeno, partículas en suspensión, oxidantes fotoquímicos e hidrocarburos.

En la Tabla 7.4. se resume la incidencia de cada tipo de fuente sobre las emisiones globales de los cinco contaminantes estudiados en la ciudad de Santiago. Se destaca, en primer lugar, el subconjunto de contaminantes configurado por los óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y monóxido de carbono que es, en forma mayoritaria, responsabilidad de los vehículos, en especial de los automóviles. Sólo en el caso de los hidrocarburos existe una colaboración digna de ser considerada de parte de la distribución de combustibles y procesos industriales. En segundo lugar, las emisiones de SO₂, por corresponder principalmente a los procesos metalúrgicos y calderas con una participación minoritaria de los vehículos¹⁴. Del análisis de estas cifras y el estudio antes citado se deduce que el problema es de carácter permanente y tiende a sobrepasar los límites máximos permisibles, especialmente respecto de partículas en suspensión, provocando en un grado aún no determinado complicaciones sobre el aparato respiratorio (asma bronquial, bronquitis, enfisema, etc.) y sobre otros sistemas del organismo (ojos, piel, etc.). En los meses de primavera y verano la contaminación en general desciende, debido a la mayor ventilación tanto vertical como horizontal. Las concentraciones más altas de algunos contaminantes se dan preferentemente en otoño e invierno, cuando se sobrepasan los límites máximos permisibles.

Estamos obligados a inhalar el aire, independientemente de su calidad, de nuestro estado socioeconómico y de salud. La contaminación de este elemento es, en consecuencia, un fenómeno que afecta masivamente a la población. Es de presumir, entonces, que, tal como sucede en las naciones desarrolladas, en nuestro país la incidencia y prevalencia del cáncer y otras afecciones broncopulmonares resulten, independientemente del hábito de fumar, mayores en las áreas industriales que en las rurales.

Aparte del daño para la salud, la contaminación del aire representa un problema económico. La expulsión de elementos mal combustionados provoca una oxidación acelerada de materiales, daña a la agricultura y genera otros efectos perniciosos que sería largo enumerar. En Chile, se ha detectado que la contaminación de origen industrial está comprometiendo no sólo a conglomerados urbanos, sino también a áreas agrícolas y pastos naturales*.

Alimentos

El alimento sirve, muchas veces, como vehículo para la diseminación de organismos patógenos en el hombre. Estos pueden provenir del ambiente y contaminar los alimentos, especialmente a través del agua, o encontrarse en los animales que el hombre ingiere. Los procesos de contaminación ocurren tanto en la fase de elaboración como en la de transporte, almacenamiento, distribución y preparación para el consumo. Los alimentos están expuestos, asimismo, a la contaminación química con metales y plaguicidas; igual riesgo ocasionan algunos aditivos, las micotoxinas, las biotoxinas marinas, las radiaciones, etc. Se trata no sólo de un problema de salud —por los riesgos de enfermar y morir que genera— sino también de uno de naturaleza económica. En efecto, la contaminación hace disminuir la disponibilidad global de alimentos en términos apreciables. El resultado es una elevación de los precios que perjudica básicamente, como es obvio, a los grupos

* *Para una descripción más detallada de los efectos de los contaminantes principales del aire, refiérase al Capítulo 'Contaminación Atmosférica'.*



de bajos ingresos. Ellos, por otra parte, pierden una proporción importante de los alimentos que compran; la brecha se explica por diversas razones, porque una parte de lo que adquieren se contamina, debido a la escasa educación sanitaria de estos consumidores y al relativo bajo número de refrigeradores en este nivel socioeconómico¹⁵.

Para enfrentar el problema se ha contado con muy escasos recursos humanos y materiales. El Código Sanitario, por otra parte, adolece de deficiencias que han impedido ejercer un verdadero control. Este ha apuntado de preferencia a los aspectos bacteriológicos y organolépticos de los alimentos de origen animal, a colorantes y aditivos, no considerándose suficientemente las grasas, los alcoholes y la contaminación por plaguicidas y sustancias químicas potencialmente tóxicas.

De la Tabla 7.5 se desprende que para el período el riesgo epidemiológico fluctuó entre 8 y 21 por ciento de muestras inaptas. Los alimentos contaminados en nuestro medio representan uno de los principales factores causales de la morbilidad infecciosa y parasitaria que se adquiere por vía digestiva y que se da preferentemente en la población infantil. Las diarreas han representado en el país un 12 por ciento de la mortalidad infantil durante el período 1972-1981. La manipulación y la conservación incorrectas son los principales elementos de este contexto.

Algunos de los factores adversos reseñados han tenido una evolución histórica favorable. La introducción de nuevas tecnologías en el procesamiento de productos alimenticios de gran demanda, ha hecho posibles considerables progresos en este campo. Al mismo tiempo, al intensificarse y extenderse el uso de líneas de frío, el pescado y otros productos cárneos llegan en mejores condiciones al consumidor, siendo mínimos los decomisos. Hace unos 20-25 años la inaptitud de las muestras de alimentos oficialmente procesadas por el Servicio Nacional de Salud era del orden de

Tabla 7.4. INCIDENCIA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE FUENTES SOBRE LAS EMISIONES GLOBALES DE SANTIAGO						
TIPO DE FUENTE	Nº de Fuentes	% Sobre el total de emisiones inventariado de:				
		Partículas	SO _x	NO _x	HC	CO
Procesos Industriales	319	74,6	41,5	—	5,2	1,0
Químicos	25	0,7	—	—	1,0	—
Alimentos y Agroindustria	15	3,3	—	—	—	—
Metalúrgicos	164	16,8	41,5	—	—	1,0
Productos Minerales	38	53,8	—	—	—	—
Pérdidas por Evaporación	77	—	—	—	4,2	—
Calderas	1.062	13,0	37,0	9,2	0,6	0,2
Terminales de Transporte	8	0,1	0,1	1,2	1,7	0,4
Vehículos*	300.000	10,9	10,2	83,0	77,8	98,3
Autos Particulares		5,9	4,9	36,8	45,2	64,6
Taxis		1,6	1,9	9,8	12,0	17,2
Locomoción colectiva bencinera		0,9	0,7	5,4	17,1	14,7
Locomoción colectiva diesel		1,6	7,4	19,8	2,1	1,1
Vehículos larga distancia		0,9	4,3	11,2	1,3	0,7
Residencias	840.000	1,4	2,2	6,6	0,3	0,1
Distribución de combustibles líquidos	163	—	—	—	14,4	—
EMISION TOTAL INVENTARIADA (TON/MES)		879	1.029	1.173	1.705	15.227

* Emisiones de vehículos estimadas en vehículos-kilómetro.

Tabla 7.5. CALIDAD DE ALIMENTOS CONTROLADOS POR EL SERVICIO NACIONAL DE SALUD. CHILE, 1962 - 1982		
PERIODOS	Nº MUESTRAS ANALIZADAS*	% DE MUESTRAS NO CONFORMES**
1962 - 1963	53.194	21
1964 - 1965	75.356	12
1966 - 1967	114.312	8
1968 - 1969	118.324	10
1970 - 1971	96.649	9
1973 - 1974	141.252	14
1975 - 1976	168.924	13
1977 - 1978	219.995	11
1979 - 1980	214.830	10
1981 - 1982	213.618	11

* Muestras tomadas en fábricas y locales de expendio, tanto de alimentos envasados como preparados. No incluye comidas preparadas en el hogar.

** Se refiere a inaptitud bacteriológica, química y alteraciones organolépticas.

Fuente: Anuarios Atenciones y Recursos del Ministerio de Salud.

21 por ciento. En la actualidad se puede observar que sobre un volumen aproximado de 108.000 muestras analizadas en todo el país en 1981, el porcentaje de inaptitud es del orden del 9,5 por ciento*.

Salud Laboral y Ambiente de Trabajo

Los trabajadores forman el grupo de la población que experimenta en su salud, en forma más precoz, masiva y grave, los efectos de las modificaciones ambientales.

El daño a la salud depende directamente del microambiente que es el medio laboral, donde se crean condiciones propicias para el proceso productivo, pero muchas veces negativas para el ser humano, que sufre enormes tensiones al tener que enfrentar cotidianamente un medio que le es hostil.



La situación es diferente en lo relativo al expendio y manipulación de alimentos tanto en locales públicos como en el hogar, donde se detecta una gran proporción de muestras inaptas para el consumo. Es allí, precisamente, donde se origina el mayor número de brotes de intoxicaciones alimentarias ocurridas en el país. A este respecto, cabe señalar que las estadísticas oficiales no trasuntan la magnitud real del problema, debido a que no pueden considerar la incidencia de distorsiones derivadas de la mala notificación, dificultades de diagnóstico y de exacta correlación,

Hay dos formas principales en que se manifiestan los efectos negativos del microambiente laboral. Una es la lesión brusca, repentina y de origen traumático que constituye el accidente, principal causa de incapacidad temporal o definitiva y que resulta, la mayor parte de las veces, de la acción de fuerzas externas sobre el organismo humano. Otra es la enfermedad profesional que resulta de la acción lenta, durante largos períodos, de agentes físicos, químicos, biológicos y psicosociales presentes en el medio de trabajo; la enfermedad profesional representa un daño definido con un cuadro clínico y un agente identificable y es una forma evidente de demostrar la acción nociva del medio ambiente en la salud¹⁶.

Sin embargo, hay que considerar la acción más silenciosa de otras formas de daño a la salud de los trabajadores que no se expresan en lo que legalmente se reconoce como enfermedad profesional. Es la noción de desgaste del trabajador y que se manifiesta en una mayor mortalidad por enfermedades llamadas comunes, es decir, que afectan indiscriminadamente a cualquiera categoría socio-profesional, pero que se presentan con mayor frecuencia en algunas ocupaciones.

Las estadísticas de accidentes del trabajo son incompletas para reflejar el conjunto de la situación del país. Se tienen resultados parciales sólo de los asegurados por las mutualidades de empleadores, que en 1982 agrupaban unos 750.000 trabajadores con una tasa de accidentabilidad anual* del 9 por ciento, aproximadamente, o sea, alrededor de 70.000 accidentes denunciados. Se desconocen las cifras relativas al resto de la masa trabajadora del país estimada en unos 2.600.000 personas. Dicha cifra representa una disminución significativa de la tasa de accidentabilidad para el grupo analizado en la década 1973-1982, bajando de cerca de un 25 por ciento anual al 9 por ciento anual. Esto puede representar una toma de conciencia por parte de empleadores y trabajadores sobre la necesidad de poner en práctica programas de prevención de accidentes. Sin embargo, la disminución de la tasa puede estar influida por factores como la disminución de los casos denunciados por los trabajadores debido a la inestabilidad laboral y el temor a perder el empleo, y la subdenuncia también por parte de los empleadores que no quieren ver aumentadas sus tasas de riesgo y como consecuencia el monto de cotización que tienen que pagar al Seguro de Accidentes del Trabajo. Otro factor que entra en juego en la baja de la tasa es la disminución de la actividad productiva, principalmente manufacturera y de la construcción que son los sectores con mayor tasa de accidentabilidad y que han estado deprimidas durante la década mencionada. Es de prever que un aumento de la actividad económica en el corto o mediano plazo, se acompañará de un repunte de la tasa de accidentabilidad.

En relación a las enfermedades profesionales, durante los últimos años se ha observado un cambio en el tipo de aquellas que generan incapacidades legalmente reconocidas. La silicosis, que era tradicionalmente la enfermedad que generaba el mayor número de casos, ha pasado al segundo lugar, ocupando el primer lugar las incapacidades producidas por exposición a ruido. Sin embargo, el registro de enfermedades profesionales es incompleto y refleja parcialmente la realidad; por ejemplo, en Chile, hubo una tasa anual de 14,0 enfermedades profesionales por 10.000 trabajadores en 1979, en tanto que en Estados Unidos fue de 40 por 10.000 el año 1978; esto no significa que hubiera menos en Chile sino que ellas no se pesquisan ni denuncian adecuadamente.

Por otra parte, en relación al desgaste de los trabajadores, o la mayor mortalidad por enfermedades comunes que se produce en algunos grupos socioprofesionales, no hay estudios que permitan conocer el exceso de muertes provocadas por la acción de factores múltiples y combinados que condicionan y facilitan la aparición de enfermedades que son directamente profesionales.

Una fracción importante de los trabajadores de los países subdesarrollados está enfrentando la 'doble carga' que representa, por una parte, la persistencia de condiciones que perpetúan las enfermedades de la pobreza —enfermedades infecciosas y parasitarias, desnutrición y carencia de atención médica adecuada—, y por otra parte la exposición a sustancias tóxicas y otros agentes presentes en el ambiente de trabajo, frente a los cuales sus organismos están en inferiores condiciones de resistencia que los de los trabajadores de los países desarrollados.

Por último, hay que tener en cuenta que los centros de trabajo generan modificaciones del ambiente que repercuten en toda la población, principalmente a través de la contaminación del aire, del agua y del suelo por los desechos que generan, y, además, por la contaminación acústica en

- *Número de accidentados en relación a la masa total anual.*

las proximidades de las fábricas. De este modo un efecto dañino que se ejerce durante la jornada de trabajo sobre los trabajadores a una intensidad elevada, se ejerce también con menor intensidad sobre la comunidad, pero en forma permanente. Por esta razón la patología que encontramos en los trabajadores anticipa la que encontraremos en la población general si no se ponen en práctica las medidas de prevención necesarias.

Salud Mental

La salud física y mental del hombre depende de variables genéticas y del medio. Desde los primeros momentos de su vida, el individuo está sometido no sólo a los más variados factores ambientales de tipo físico, químico y biológico, sino a una serie de otros fenómenos psicológicos, sociales y culturales que influyen y enriquecen el proceso de aprendizaje, determinando experiencias individuales y el carácter.

En este complejo contexto los problemas de salud mental son difíciles de analizar porque representan un universo donde hay variadas interpretaciones tanto en su génesis como en su diagnóstico individual.

Las afecciones mentales, llámense neurosis, psicosis, psicopatías, etc., pueden, en una proporción no bien cuantificada aún, ser generadas estrictamente por factores ambientales de la más variada naturaleza y de la más variada interacción entre ellos.

Primeramente, el desarrollo mental de los niños puede ser alterado por factores ambientales fácilmente identificables, como por deficiencias nutricionales cuantitativas o cualitativas en proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales; por ejemplo, el cretinismo y la debilidad mental por carencia de yodo. La desnutrición altera genéricamente el crecimiento y la maduración del cerebro de los seres humanos y de los animales.

En segundo lugar, las enfermedades infecciosas virales, bacterianas y parasitarias generan alteraciones en el cerebro del individuo cuando se presentan en las etapas prenatal, perinatal y postnatal.

En tercer lugar, el avance tecnológico y la urbanización determinan un aumento en las lesiones traumáticas del cerebro, debido al incremento de los accidentes domésticos, del tránsito, ocupacionales o de otro tipo. Asimismo, la exposición de la mujer en estado temprano a radiaciones ionizantes constituye un grave peligro para el embrión que se encuentra en gestación, pues ellas provocan frecuentemente daños del sistema nervioso, además de otros órganos.

Luego tenemos el impacto de la urbanización sobre el estilo de vida de la población, que ha sido uno de los procesos ecológicos, sociales y culturales que han marcado este siglo.

Nuestras sociedades han sufrido un proceso de cambio acelerado en las últimas décadas lo que ha generado grandes tensiones en el cuerpo social. La migración de rural a urbano ha sido uno de los fenómenos más marcados, con la constitución de polos de desarrollo que congregan la mayoría de la población. Sin embargo, la industrialización como motor y la urbanización como consecuencia han defraudado las expectativas de grandes masas creándose situaciones de ruptura de los modos tradicionales de vida sin que la ciudad ofrezca la oportunidad de insertarse plenamente en un nuevo modo de vida.

Uno de los factores más relevantes al respecto es el de la densidad demográfica existente en el medio en que el individuo se desarrolla. Existen evidencias de que ésta, por sí misma, puede afectar la salud mental de las personas. Algunos estudios epidemiológicos han demostrado una prevalencia superior de esquizofrenia, retardo mental, crimen, suicidio, alcoholismo y drogadicción en las áreas más sobrepobladas de las grandes ciudades, aun cuando deba reconocerse que no todas las correlaciones han sido concluyentes.

Muchos de los trastornos del medio urbano industrial expresan una inadaptación profunda, y se manifiestan a través de fenómenos como la delincuencia juvenil, la temprana iniciación al consumo de alcohol y a otras drogas, la inadaptación y deserción al sistema escolar y la alta prevalencia de alcoholismo en los grupos más desprotegidos de la sociedad.

Salud y ruido

El ruido no sólo es una molestia, es también un peligro para la salud.

Para que un ruido sea realmente dañino se requiere que cumpla con las condiciones básicas de 'sonoridad', 'altura' y 'periodicidad'. Dadas las capacidades de adaptabilidad de los seres humanos, es posible el acostumbamiento ante cierto tipo de ruidos en la medida en que se pierda la conciencia de sus efectos subjetivos. Pero no es posible desconocer los efectos, al menos psicológicos, que el ruido ejerce sobre algunos individuos. Testimonio de ello son casos como el que se menciona a continuación.

En Nueva York un individuo trataba de dormir mientras algunos niños jugaban entrando y saliendo del mismo edificio. Los gritos fueron de tal modo insoportables que este individuo, ante su impotencia, asesinó, a uno de los muchachos. Se trataba de un trabajador nocturno.

Es difícil aislar absolutamente los efectos psicológicos y fisiológicos del ruido. Por ejemplo, el sonido de una llave de agua que gotea parece aumentar en el silencio de la noche; no obstante, el ruido real que provoca no supera los 30 decibeles, por lo que no debiera alterar la función orgánica de un individuo normal. Sin embargo, sabemos que este ruido acompasado y rítmico provoca con frecuencia insomnio a las personas.

La exposición prolongada a niveles de ruido superiores a los 90 decibeles puede provocar sordera permanente, e incluso, una sintomatología aparentemente curiosa, como desórdenes neurológicos, digestivos y metabólicos. Síntomas de esta naturaleza los han manifestado, con frecuencia, obreros expuestos a las condiciones de ruido mencio-

nadas. Así se evidencia en las experiencias siguientes:

En 1950 se investigó en las hilanderías de yute de la India los efectos negativos de los ruidos sobre el grado de audición en los trabajadores, concluyéndose que efectivamente tenían un alto grado de influencia en la pérdida de la capacidad auditiva.

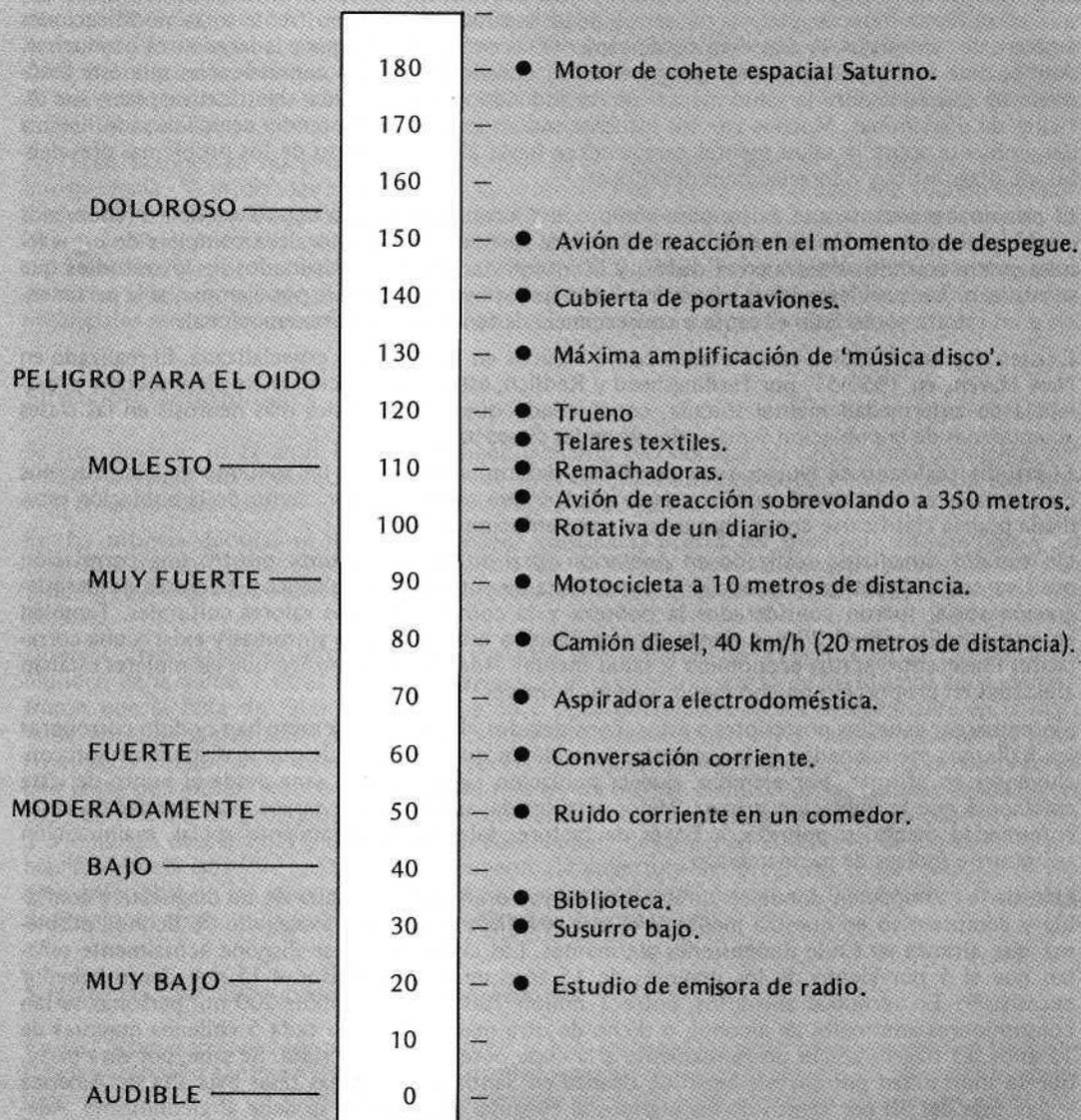
Según investigaciones realizadas en 1953, en perforaciones de pozos de bórax, se logró determinar que aquellos ruidos que sobrepasaban los 130 decibeles producían sensaciones de vértigo a los perforadores.

En otro experimento realizado en los Estados Unidos se sometió a algunos astronautas a un ruido simulado equivalente al de un avión a toda potencia —145 decibeles— y al pedirles que resolvieran y ejecutaran algunas simples operaciones aritméticas, se observó una sorprendente incapacidad para resolverlas, al extremo de proporcionar cualquier resultado para acabar la prueba.

El ruido abarca todos los sonidos, sean simples o complejos, en un régimen permanente o transitorio. Sin embargo, lo que se refiere como ruido, cuando se trata de su control, es todo aquel sonido que, finalmente, pueda interferir con el hombre, en su armonía psicosomática, en su vida de relaciones.

La contaminación por ruido es ya un llamado de alarma para la sociedad, no sólo por los desajustes que provoca, y que hemos mencionado, sino, además, por la posibilidad prevista por los investigadores, que implica que si los actuales niveles de ruido no se controlan, las futuras generaciones podrían, eventualmente, nacer sordas.

LA INTENSIDAD DEL RUIDO Y LA ESCALA DECIBEL



Con frecuencia, los desórdenes mentales están asociados a períodos en que los valores culturales están fuertemente cuestionados, sin que sea clara la prevalencia de otros nuevos, con lo que las personas no encuentran pautas firmes respecto de las cuales ajustar su conducta.

Las modificaciones ambientales que todos estos cambios en la sociedad han producido repercuten desfavorablemente en la salud mental de la población, considerando no sólo la expresión clínica de la enfermedad mental individual sino todos los fenómenos de conducta social que expresan una inadaptación. Quizá sea éste el campo donde debería disponerse de instrumentos de análisis, que permitieran detectar con mayor sensibilidad la salud de un grupo frente a las modificaciones ambientales antes que se expresen orgánicamente las enfermedades que a la larga van a producirse. Aun cuando estos razonamientos no merecen ser cuestionados y las consecuencias que este fenómeno ha causado sobre la salud mental de los individuos son, sin duda, significativas, éstas son difíciles de discriminar. Muchos son los estudios que es necesario emprender acerca de la influencia del ambiente sobre la salud mental careciéndose hasta ahora, respecto de los problemas prevalentes, de diagnósticos y correlaciones definitivas.

El principal problema que existe para comprender adecuadamente la naturaleza de los fenómenos emocionales en relación al medio ambiente, tiene que ver con la naturaleza compleja de estos fenómenos y con dificultades en el diseño y la interpretación de los resultados de los estudios que se realizan. Un problema hasta ahora insoluble ha sido el discriminar, por ejemplo, si la pertenencia a un estrato social bajo es causa o consecuencia de tener un trastorno emocional.

Existen algunos estudios considerados como clásicos en la literatura especializada. El realizado en New Haven, en 1950-51, por Hollingshead y Redlich, estudió la relación entre clase social y prevalencia de enfermedad mental tratada, concluyendo que se diagnostica más neurosis en las clases acomodadas de la población y más psicosis en las clases bajas¹⁷.

El estudio realizado en Nueva York por Srole, determinó que existe un aumento de los trastornos emocionales en relación al aumento de la edad, y que sólo el 19 por ciento de la población estudiada podría clasificarse como libre de síntomas emocionales¹⁸.

Un estudio canadiense realizado en población rural en Stirling County mostró una correlación positiva entre desintegración social y prevalencia de síntomas psiquiátricos. Factores de desintegración social fueron considerados la pobreza y la confusión en los valores culturales. También en este estudio sólo el 20 por ciento de la población estaba libre de síntomas y existía una correlación lineal entre status económico y salud mental. Además, se demostró que las mujeres estaban afectadas en proporción mucho mayor que los hombres¹⁹.

Sin embargo, estudios posteriores a éstos, considerados clásicos, no siempre han podido corroborar los hallazgos mencionados, y los expertos consideran que los datos de que se dispone no son concluyentes en afirmar, por ejemplo, que la población rural sea más sana desde el punto de vista emocional que la población urbana. Mejor establecida, sin embargo, parece estar la relación entre enfermedad mental y pobreza, a través de factores tales como aislamiento social, malnutrición temprana e índices de hacinamiento.

Uno de los campos en donde se aprecia con mayor dramatismo la falta de un diagnóstico confiable y comprensivo en nuestro medio es el que se refiere al consumo exagerado de alcohol, problema que alcanza en Chile dimensiones alarmantes. Las cifras de que se dispone actualmente señalan que el 5 por ciento de los mayores de 15 años sería alcohólico y el 15 por ciento bebedor excesivo²⁰. En términos absolutos, entre 1 millón 100 mil y 1 millón 200 mil personas serían consumidores anormales de alcohol, o dicho de otra manera, uno de cada 5 chilenos mayores de 15 años. El flagelo afecta profundamente a la clase obrera urbana y rural. Se sabe, por otra parte, que la mortalidad por cirrosis hepática alcanza en Santiago una de las tasas más alta de América y que más del 30 por ciento de los ingresos al Hospital Psiquiátrico se debe al alcoholismo. Además, de cada 10 camas de hospital, 3 están ocupadas por enfermos cirróticos. El alcoholismo se presenta frecuentemente asociado a la tuberculosis, los accidentes de todo tipo, el ausentismo laboral, los suicidios y los homicidios²¹.

Desastres y Catástrofes Naturales

Dado el nuevo enfoque que los expertos y las comisiones especiales internacionales han concedido

a esta materia netamente ambiental, es conveniente considerarla²². Las cuantiosas y cada vez mayores pérdidas causadas por los desastres naturales en el mundo afectan con mayor intensidad a los países subdesarrollados de Asia, África y América Latina. Naturalmente, dentro de éstos los sectores más afectados son los que presentan inferiores niveles de vida.

Chile es uno de los países con mayor actividad sísmica del mundo, debido a que se encuentra sobre el llamado anillo de fuego del Pacífico, zona en la que se produce alrededor del 80 por ciento de las catástrofes telúricas del planeta. En el período transcurrido desde 1936 a la fecha, ocurrieron en el país 15 terremotos mayores, que significaron cuantiosas pérdidas materiales y humanas. No debemos olvidar, además, otro tipo de catástrofes, tales como maremotos, temporales, inundaciones, heladas, sequías, incendios y otras emergencias. Cabe destacar que algunos de los desastres naturales son, en medida importante, producto de acciones inadecuadas del hombre, el cual podría, en ocasiones, evitarlos técnicamente^{23, 24, 25}.

Por estas razones en nuestro país el problema de los desastres naturales adquiere una magnitud insospechada. 'A priori', las implicaciones en la morbilidad y en la mortalidad, aun cuando no estudiadas ni evaluadas integralmente en el pasado ni previstas hacia el futuro, parecen obvias. Es imprescindible, entonces, efectuar en conjunto con la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, Sector Salud y otros, estudios multidisciplinarios que sirvan de base a programas de corto, mediano y largo plazo para evitar o aminorar en forma significativa y evaluable los daños potenciales que serían causados por este especial componente del medio ambiente

Situación Odontológica

Se han descrito hasta aquí situaciones habitualmente reconocidas en Chile como problemas del medio. Existen, sin embargo, otros tópicos cuya connotación ambiental e importancia son también considerables. Uno de ellos se relaciona con la salud dental.

En las últimas décadas se ha tomado mayor conciencia acerca del problema odontológico. Su magnitud queda de manifiesto si se considera que el 98 por ciento de nuestra población sufre de lesiones bucales destructivas con un promedio de siete piezas dentales cariadas o perdidas por persona.

Diversas investigaciones internacionales avaladas por Comités de Expertos de la Organización Mundial de la Salud y otras realizadas en nuestro país en el transcurso de los últimos años, demostraron que la falta de flúor en el suelo y en el agua potable era factor determinante en la mala salud bucal de la población. Chile presenta, en gran parte de su territorio, concentraciones de flúor en el agua potable muy inferiores a 0,7 partes por millón y se considera que concentraciones de una parte por millón reducen las caries en más de un 50 por ciento. Por las razones señaladas, se puso en marcha un programa nacional de fluoruración que llegó progresivamente a cubrir en 1963 a 5 millones de personas y determinó un considerable descenso en el número de caries en la población beneficiada^{26, 27}. Desafortunadamente, la cobertura del programa se ha reducido de manera apreciable en los años posteriores, debido a factores administrativos, financieros y disparidad de opiniones respecto de los fundamentos técnicos del programa.

Sustancias Químicas potencialmente Tóxicas

En las últimas décadas los productos químicos han empezado a preocupar seriamente a las autoridades sanitarias tanto en los países desarrollados como en los en desarrollo. El incremento acelerado y exponencial de dichos productos después de 1945 y su extensiva circulación en el ambiente han abierto toda un área nueva dentro de la medicina y la salud pública.

El volumen de sustancias químicas que se ha identificado hasta la fecha se estima en unos 5 millones, produciéndose comercialmente sólo unas 60 mil de ellas. Las restantes son, en su mayor parte, productos intermedios, residuos o productos de laboratorio que no llegan directamente al público.

Los productos químicos tóxicos y potencialmente tóxicos han pasado a constituir un problema serio tanto por la gran diversidad de productos, por la dificultad de identificar sus ciclos biológi-

cos y ambientales como por detectar exactamente los efectos tóxicos a largo plazo y las afecciones crónicas que de ellos pueden derivar. No cabe duda que muchos productos químicos han surtido efectos beneficiosos para la humanidad y el medio ambiente; algunos, sin embargo, han acarreado perjuicios sin precedentes.

Aparte de los episodios agudos que estas sustancias pueden producir, existen diferentes otras alteraciones que se pueden detectar a partir de ellos. Así, tenemos las reacciones alérgicas, las alteraciones inmunológicas, el cáncer —carcinogénesis—, las alteraciones genéticas —mutagénesis— y las alteraciones embrionarias o del feto —teratogénesis—.

Actualmente, se sabe de 26 compuestos químicos como reconocidos cancerígenos, tanto en trabajadores específicamente expuestos como en la población general.

Los plaguicidas químicos se están utilizando mundialmente cada vez a mayor escala. Actualmente son de uso común unos mil plaguicidas químicos. Las ventas anuales de insecticidas superan el cuarto de millón de toneladas. El 10 por ciento aproximadamente de la producción anual se aplica a fines relacionados con la salud pública; el resto se destina a la agricultura, la silvicultura, la preservación y almacenamiento de productos alimenticios y las aplicaciones domésticas. Su contribución al incremento de la producción agropecuaria es innegable. No obstante, los plaguicidas también han causado daños ecológicos sin precedentes. Su persistencia y su carácter ubicuo, junto con su tendencia a concentrarse en los organismos a lo largo de la cadena alimentaria, hacen que aumente su toxicidad para los peces, las aves y demás animales silvestres y, en última instancia, el organismo humano.

El volumen de plaguicidas que en nuestro país, de uno u otro modo, ha impregnado el ambiente y los seres vivos, se refleja en el promedio de 5.909 toneladas anuales de plaguicidas importados y fabricados para el período 1970-1977²⁸.

Muy recientemente se han iniciado en Chile las determinaciones en número significativo para ver el grado de contaminación de algunos alimentos por plaguicidas. Los primeros resultados han mostrado contenidos de plaguicidas por sobre los niveles establecidos por las normas técnicas.

La información disponible en nuestro medio respecto de las intoxicaciones adolece de irregularidades en el diagnóstico y en registro, tanto en la morbilidad como en la mortalidad. Existen diversos estudios parciales de índole clínico-toxicológica, pero se carece de estudios epidemiológicos, con la sola excepción del estudio del hidroarsenicismo crónico de Antofagasta.

No existen en nuestro país, como ocurre habitualmente en otros, centros especializados para el manejo integral de las intoxicaciones, especialmente en lo que se refiere a resolver consultas, emergencias y al registro y procesamiento de la información.

En muchos países se han promulgado normas de seguridad para el medio laboral a fin de reducir la exposición a las partículas contenidas en el aire y a los vapores. En algunos de ellos, incluido el nuestro, se han fijado límites máximos permisibles para unas 500 sustancias nocivas. En muchos países en desarrollo se tiende a adoptar las normas de exposición laboral recomendadas por la OIT. Sin embargo, el cumplimiento de estas normas puede no ser muy estricto o no abarcar a los trabajadores de las pequeñas industrias, a pesar de que éstas pueden emplear a una fracción considerable de la fuerza laboral.

El diagnóstico del problema en nuestro medio se conoce sólo en cierto grado respecto de las intoxicaciones agudas; recientes trabajos han intentado describir su magnitud en Chile²⁹. En cambio, la información epidemiológica nacional respecto de efectos en el humano a largo plazo es prácticamente inexistente.

Inciden también sobre el estado de salud de las personas otros componentes del medio, como el ruido ambiental y la proliferación de insectos, roedores o de animales domésticos que transmiten al hombre enfermedades infecciosas y parasitarias. Entre estas enfermedades destacan la malaria, la fiebre amarilla, la peste bubónica, el tifus exantemático, la rabia, la enfermedad de Chagas, la hidatidosis, la triquinosis, la cisticercosis, etc. En Chile las cuatro últimas representan en la actualidad problemas de salud pública.

Existen, además, diversos otros agentes ambientales agresivos para la salud humana, habitualmente elaborados por el mismo hombre. Dentro de éstos cabe mencionar los efectos adversos de drogas, medicamentos, radiaciones, etc., que poseen efectos potencialmente mutágenos, carcinógenos y teratógenos.

Afecciones relacionadas con la calidad del medio

La información susceptible de ser relacionada con diversos componentes del 'medio' se presenta habitualmente en niveles de desagregación referidos a criterios geográficos y temporales. Parece conveniente disponer de un tercer nivel de desagregación, referido a los estratos sociales y económicos del país. Sin embargo, esta variable ha sido difícil de incluir y relacionar con la información básica en salud, y menos aún con la referente a la de protección. En Santiago ha sido posible desglosar algunos datos sobre morbilidad y mortalidad según comunas, áreas de connotación socioeconómica, que muestran entre sí considerables desigualdades. El ejercicio que se incluye en el presente trabajo, a pesar que su información no ha sido actualizada, ha sido posible gracias a la alta concentración de población y a su distribución selectiva por barrios en la capital. Es posible afirmar fundadamente que la situación disímil en cuanto a índices de salud que se observó en Santiago se repita en el resto del país.

Morbilidad en dos Grupos de Enfermedades, Chile 1961-1982. En el Gráfico 7.1 se muestra la evolución experimentada entre 1961 y 1982 por la morbilidad en dos agrupaciones de enfermedades. El grupo A comprende aquellas cuyo control depende esencialmente de la calidad del saneamiento básico —agua, excretas y suelos—; de la calidad de los alimentos; del control de mataderos, de las zoonosis y del nivel de educación sanitaria de la población. El grupo B incluye las enfermedades cuyo control depende esencialmente de una técnica precisa, la vacunación.

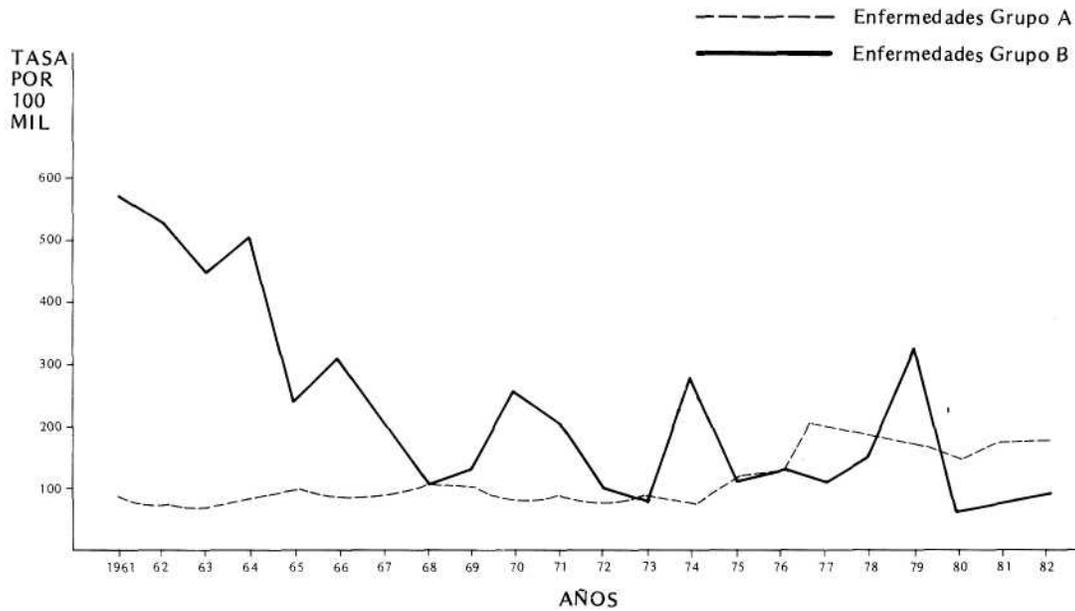
Llama la atención el espectacular descenso de las enfermedades del grupo B, a medida que, desde 1961, se han ido implementando los programas a escala nacional y ampliando las coberturas de vacunación específicas. Dentro de ellas, el sarampión ha representado una proporción muy importante, lo que explica el considerable descenso de esta categoría. Sin embargo, como veremos más adelante, esta afección exhibe una distribución desigual según niveles sociales. Las enfermedades del grupo A presentan, en cambio, una incidencia estacionaria con tendencia al alza en el último período bajo examen. Debemos aclarar que si se dispusiera de la notificación de enfermedades diarreicas, gastroenteritis y cuadros similares, el nivel de la curva A sería impresionantemente más alto.

Cabe concluir que para un grupo de enfermedades se ha logrado, felizmente, desarrollar y obtener una técnica, la vacunación, que es de aplicación masiva, simple y de relativamente fácil implementación. En cambio, el nivel estable e incluso ascendente del grupo A, a través del período, trasunta un complejo ambiental e Institucional más difícil de abordar por la multisectorialidad involuagrada, el relativo mayor costo de las acciones de control en comparación con el grupo anterior, y, sobre todo, el poco interés puesto en ellas; el escaso valor concedido en todos los niveles a la prevención y la incapacidad de enfrentar adecuadamente los complejos problemas del 'medio'.

Morbilidad de Algunas Enfermedades en el Gran Santiago. Las descripciones presentadas hasta ahora a nivel regional o nacional fueron oportunamente criticadas por ser relativamente generales en sus apreciaciones. ¿Cómo se distribuyen algunos índices de salud en niveles más precisos?

Se observa en la Tabla 7.6 que donde se concentra el sector de nivel socioeconómico más alto de Santiago se exhibe constantemente una menor incidencia de estas afecciones transmisibles agudas y que ello ocurre tanto con las ligadas a la calidad del medio como con las que son susceptibles de prevención mediante vacuna. Debe, sin embargo, considerarse que en estos sectores la atención médica privada no notifica en cierto grado las enfermedades; por lo tanto, este comentario y las diferencias observadas deben tomar en cuenta este vacío.

Gráfico 7.1. MORBILIDAD EN DOS GRUPOS DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS. CHILE, 1961 - 1982



Enfermedades del Grupo A: fiebre tifoidea y paratifoidea, disentería bacteriana, hepatitis infecciosa, amebiasis intestinal, bruce/osis, hidatidosis, triquinosis, rabia animal, carbunco y tétanos.

Enfermedades del Grupo B: sarampión, coqueluche, difteria y poliomielitis.

Fuente: Anuarios de Enfermedades de Notificación Obligatoria del Servicio Nacional de Salud y del Ministerio de Salud.

Morbilidad*	Conchalí - San Miguel		Providencia - Las Condes	
	1968-1972	1982	1968-1972	1982
Fiebre tifoidea	144,9	254,8	50,4	43,1
Difteria	9,1	0,6	1,8	0,5
Coqueluche	20,3	2,1	12,1	0,7
Escarlatina	63,4	85,2	24,1	11,9
Sarampión	141,8	55,0	42,2	6,9
Poliomielitis	1,4	0,0	0,2	0,0

* Tasa por 100.000 habitantes. Las circunscripciones de la primera columna corresponden a los Servicios de Salud Norte y Sur, en tanto que Providencia y Las Condes se refieren al Servicio de Salud Oriente.

Enfermedades Infecciosas y Parasitarias Entéricas en Chile. Ha llamado poderosamente la atención a investigadores nacionales y extranjeros la evidente contradicción que se observa en el último decenio entre el sostenido descenso en el riesgo de muerte en general y en forma particular en el área materno-infantil y el ascenso notable de las enfermedades infecciosas que se adquieren por vía oral que más que triplican las tasas tradicionales. Esto es evidente respecto de la fiebre tifoidea y de la hepatitis que se muestran en el Gráfico 7.2. Al respecto, investigaciones realizadas concluyen que "lo ocurrido en Chile en cuanto a mejoramiento de la salud en el período 1970-1980 dependió de la solidez del sistema de atención médica chileno que durante esta década de graves crisis y contracciones económicas, pese a la disminución de algunos recursos fundamentales, como médicos y camas de hospitales, mantuvo y mejoró la cobertura de atención de la población, la frecuencia de consulta, de controles de salud y de hospitalización y la protección general de la población infantil". "Los programas de alimentación complementaria se extendieron en forma significativa, agregándose la mejora cualitativa del producto entregado. En cuanto a inmunizaciones, el país ha alcanzado, según O.P.S., la mejor cobertura de niños vacunados de América, incluyendo Estados Unidos y Canadá". "Contrastan las situaciones anteriores con el evidente deterioro de las acciones clásicas de inspecciones sanitarias de sistemas de saneamiento y locales de alimentos que parecen estar ligadas con la anómala elevación de tifoidea y hepatitis de la segunda parte de la década del 70"³⁰. Este alcance último invita a meditar sobre los orígenes de dichas epidemias así como de otras, especialmente pensando en la posibilidad de que existan numerosos otros factores involucrados que es preciso investigar.

A continuación se mostrarán algunos datos publicados sobre la materia:

Tabla 7.7. ACTIVIDADES REALIZADAS RESPECTO DE PROTECCIÓN DE LA SALUD A NIVEL DE AMBIENTE. CHILE Y REGIONES, 1970 Y 1980*

	1970	1980
Total inspecciones país (miles)	830	168
Inspecciones** Saneamiento Básico país	3,2	0,85
Inspecciones** Control de Alimentos país	5,7	0,66
Inspecciones** Control de Alimentos Región Metropolitana	4,3	0,26
Inspecciones** Control de Alimentos Regiones I, II, V y XII	8,5	1,17
Muestras de alimentos país (miles)	—	90
Grado de inaptitud muestras de alimentos país	—	9,2

* Adaptado de Medina, E. y Kaempffer, A.M.: 'La Salud en Chile durante la década del setenta. Un intento de Interpretación', Rev. Méd. de Chile, 110: 1004-1014, 1982.
 ** Inspecciones por 100 habitantes.

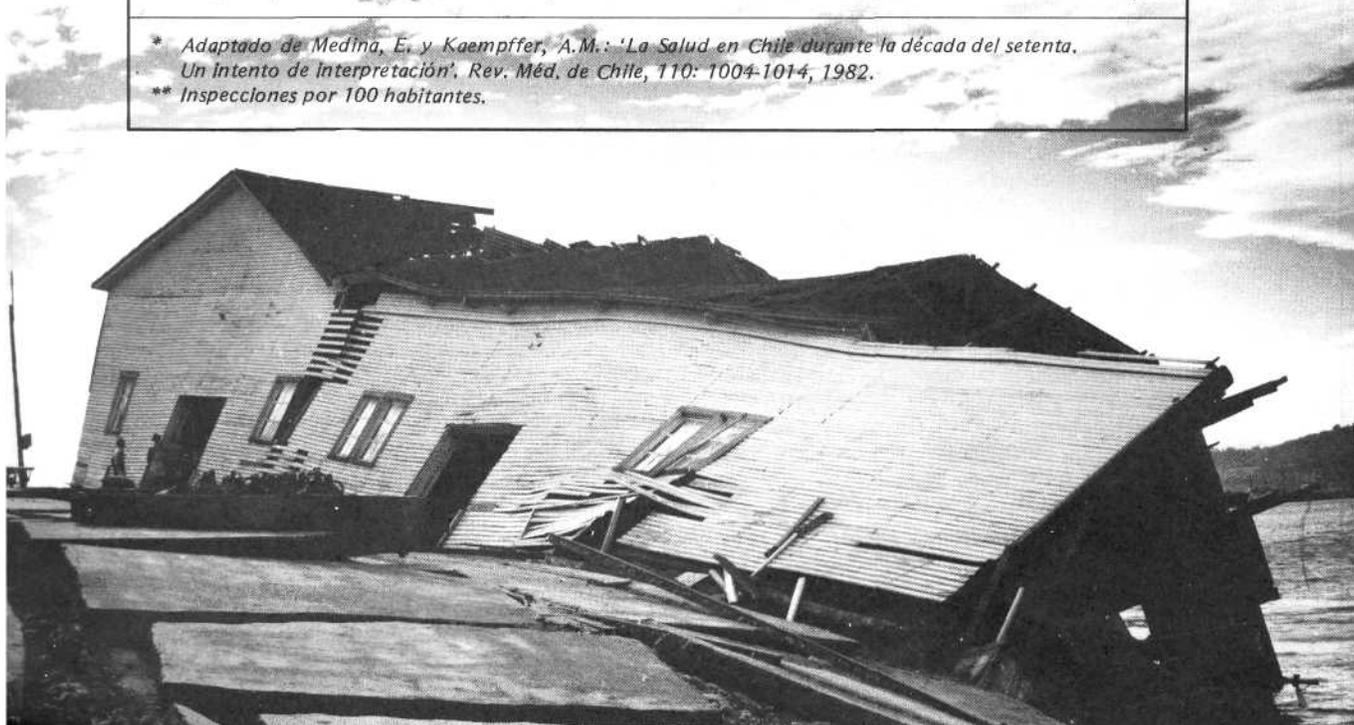
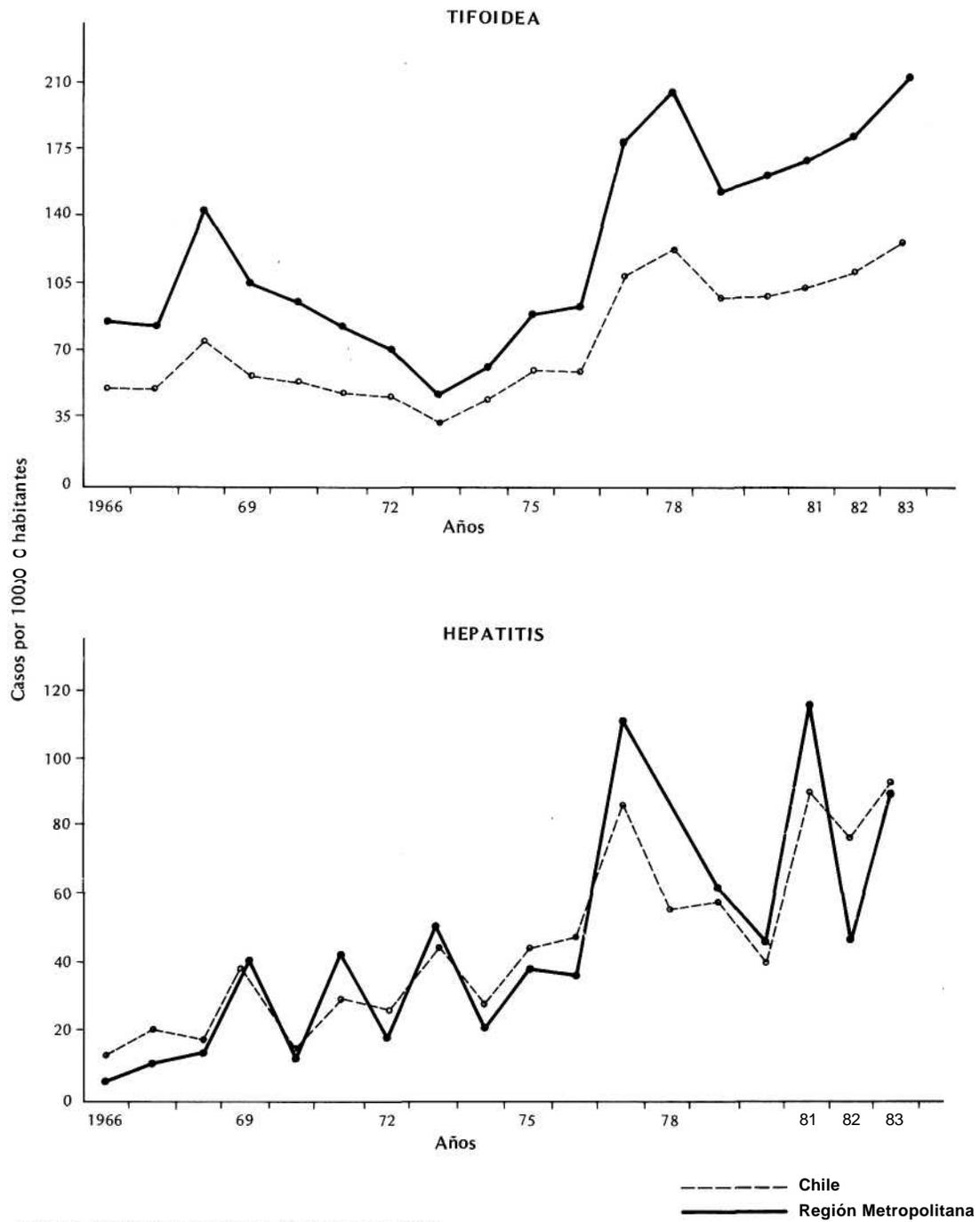


Gráfico 7.2 ENFERMEDADES ENTÉRICAS. TASAS DE MORBILIDAD
Chile y Región Metropolitana, 1966-1983



Fuente: Anuarios Estadísticos, Ministerio de Salud,

Otros trabajos han señalado que es probable que la endemia tífica chilena esté vinculada a la enorme frecuencia de litiasis biliar propia de los chilenos, que a su vez condicionaría una prevalencia muy alta de portadores crónicos de bacilostíficos^{31, 32}. Diversos investigadores han informado de otras posibles causas que explicarían esta endemia.

La diversidad de climas que se presentan a lo largo del país condicionan un panorama muy definido en cuanto a prevalencia de enteroparásitos en la población. Muéstreos de deposiciones realizados a escala nacional durante un decenio —1970-1980- configuran la siguiente realidad: aproximadamente la quinta parte de la población estaría infectada con entamoeba histolítica, un 17 por ciento con giardia lamblia y un 7 por ciento con trichirus trichiura; asimismo, entre el 40-50 por ciento de los habitantes sufriría de infestaciones con enteroparásitos comensales, lo que revela el alto grado de contaminación del agua y de los alimentos. Estas cifras presentan variaciones geográficas considerables³³. Los estudios sobre prevalencia de enteroparasitosis en Chile son abundantísimos y de larga data. Los diversos resultados han fluctuado en líneas generales en torno al perfil recién reseñado, demostrando este indicador una realidad, extrapolable a otros agentes infecciosos con seguridad, que reflejaría la magnitud del problema tanto en cuanto al grado de contaminación del agua y de los alimentos como respecto de los hábitos higiénicos personales y nivel de educación sanitaria que tiene el país.

De los hechos expuestos puede presumirse que cuando se concede la importancia debida a las acciones directas destinadas a proteger la salud —como por ejemplo las vacunas—, los efectos sobre las tasas de morbilidad y, en consecuencia, la mortalidad, son altamente favorables. Sin embargo, se infiere asimismo que cuando no se modifican algunas condiciones negativas del 'ambiente', ello repercute significativamente en el nivel de salud de la población. Las vacunas han representado y representan una excelente adquisición y solución técnica para prevenir un conjunto de males específicos. Pero debe tenerse en cuenta, no obstante, que este instrumento proporciona protección sólo respecto de una ínfima parte de los múltiples agentes del 'medio' que agreden al individuo y, además, en general, han fracasado respecto de las enfermedades infecciosas que se adquieren por vía digestiva.

La Contaminación por Arsénico. Chile es un país particularmente expuesto a la contaminación ambiental por arsénico debido a la composición de sus minerales y por la masiva explotación de ellos. El arsénico se encuentra principalmente en los minerales de cobre, oro y plomo, constituyendo bajo la forma de trióxido de arsénico un subproducto de los procesos de fundición.

Parte de la magnitud del problema en Chile está dada por los tres millones de toneladas de concentrado que es necesario procesar para obtener el millón de toneladas de cobre que aproximadamente produce al año el país. El concentrado contiene entre 0,2 a 0,8 por ciento de arsénico. Si el promedio de los concentrados tratados fuera con 0,4 por ciento de arsénico, anualmente se liberarían al ambiente unas doce mil toneladas del compuesto, a través de los efluentes gaseosos de las chimeneas de las fundiciones o formando parte de los efluentes líquidos y relaves.

Esto significa que hay una importante contaminación del aire, del agua y del suelo con arsénico, en algunos casos en zonas agrícolas de gran riqueza y cerca de aglomeraciones urbanas. Sin embargo, en nuestro país no existe información sobre el impacto en la salud de la población de tan importante cantidad de arsénico que contamina el ambiente cada año. Hay, en cambio, datos sobre los efectos en la salud del grupo más expuesto a este riesgo, los trabajadores de las fundiciones.

Se estudió en 1978-1979 la exposición laboral al trióxido de arsénico en Chuquicamata, demostrando que el ciento por ciento de las muestras del aire obtenidas en la fundición presentaban concentraciones superiores a las establecidas por los límites máximos permisibles³⁴. En 1983 se efectuaron estudios similares en el mineral de oro de la Compañía Minera El Indio, encontrándose que las muestras del aire de dos secciones contenían concentraciones de trióxido de arsénico muy superiores al límite máximo permisible. El examen de los trabajadores expuestos en este caso reveló que el 55 por ciento presentaba lesiones de la piel, el 51 por ciento lesiones oculares y el 29 por ciento ulceraciones de la mucosa nasal. Hay que señalar que este mineral comenzó a producir en 1981, lo que representa un período de exposición muy corto en relación a la magnitud de los daños constatados.

La exposición a largo plazo de los trabajadores lleva al arsenicismo crónico que altera el funcionamiento de variados órganos, la piel, el hígado, los pulmones, el sistema nervioso central. A ello se atribuye también el aumento del cáncer cutáneo y de otras localizaciones, particularmente del pulmón.

Además existen estudios documentados sobre los efectos en la población general por la ingestión en la década de 1960 de agua contaminada con arsénico en Antofagasta, que obligaron a construir una planta de tratamiento que al rebajar el nivel de arsénico en el agua permitió superar el problema. En este caso, se trataba de una fuente natural de contaminación fácilmente identificable.

En el caso de la contaminación con arsénico y otros metales provocada por la actividad minera del hombre, el conocimiento de las fuentes que la originan debería permitir el control del riesgo, pero no se conoce hoy la magnitud del daño real como para insistir sobre la necesidad de un mejor control de esta amenaza.

Las políticas sobre protección de la salud

Como ya se mencionó anteriormente, en última instancia el nivel de salud y enfermedad de la comunidad humana depende en una altísima proporción de las condiciones ambientales, considerando como ambiente no sólo las condiciones y los agentes patógenos físicos, químicos y biológicos más vulgarmente conocidos, sino también las estructuras social, económica, institucional, demográfica, de hábitos, etc., en las cuales el individuo está inmerso. De cómo este complejo ambiental se relaciona con la salud puede reflejarse de múltiples maneras; un esquema elaborado internacionalmente es expuesto en la Tabla 7.8, el que demuestra ciertas perspectivas.

Las políticas, los planes y las acciones técnicas en salud se desenvuelven fundamentalmente bajo la directriz de 4 grandes funciones: la protección, el fomento, la recuperación y la rehabilitación. Históricamente el énfasis y la asignación preferencial de recursos dentro del sector salud se han puesto sobre la recuperación, obedeciendo en gran medida a la presión de la demanda de atención médica y al desinterés general por "aceptar" el "más vale prevenir que curar".

En las últimas administraciones los propósitos generales sobre salud han sido coincidentes en la mayoría de las cuestiones fundamentales. La idea de que la atención debe ser integral, centrada en la protección de la madre y del niño y en el programa nutricional, ha permitido exhibir índices muy positivos en esos rubros. Es precisamente en estos aspectos en referencia y en otros como la prevención mediante inmunizaciones, donde se nota una concordancia estrecha entre los postulados teóricos y la implementación eficiente de programas de control de riesgos y enfermedades. Podría decirse en este sentido que se ha mantenido y profundizado una línea de control que tenía una tradición casi centenaria, aun antes que se aplicaran los nuevos sistemas ya mencionados.

Como se ha señalado anteriormente, hechos indudablemente positivos en el campo de la salud preventiva han tenido lugar en los últimos años, tanto en el aspecto conceptual como práctico. En efecto, se señaló la importancia de los códigos sanitarios, especialmente el último que, a pesar de sus limitaciones, ha representado un arma poderosa para actuar en defensa de la salud y del medio humano. Dos han sido sus principales defectos: no enfatiza adecuadamente los aspectos de información y educación en salud y no otorga atribuciones suficientes para sancionar las infracciones cometidas por instituciones de los sectores públicos y privados. Habría que destacar por otra parte —aun cuando ello no sea atribuible al Código mismo— que su eficacia se ha visto reducida por la falta de dictación de los reglamentos y las disposiciones necesarios para su integral aplicación o por la simplificación de otros ya existentes que han quedado así insuficientes.

Aun cuando los postulados teóricos esbozados en el transcurso de las últimas décadas en protección de la salud han sido coincidentes con los señalados respecto de las actividades epidemiológicas, en la práctica se ha concedido importancia secundaria a la labor preventiva. El quehacer en esta área se ha basado en conceptos tradicionales y parciales, y no en estudios de diagnósticos programados que contemplen suficientemente el conjunto de factores multisectoriales que es preciso considerar en las soluciones, incluyendo la realidad socioeconómica y el aporte de recursos humanos y materiales mínimos operantes.

Tabla 7.8. INDICADORES DE SALUD E INDICADORES SOCIOECONOMICOS AFINES			
	Países menos adelantados	Otros países en desarrollo	Países desarrollados
Número de países	31	89	37
Población total (millones)	283	3.001	1.131
Tasa de mortalidad infantil (por 1.000 nacidos vivos)	160	94	19
Esperanza de vida (años)	45	60	72
% de lactantes cuyo peso al nacer es 2.500 g o más	70%	83%	93%
% de población que tiene acceso al abastecimiento de agua potable	31%	41%	100%
Tasa de alfabetismo de adultos	28%	55%	98%
PNB por habitante	US\$ 170	US\$ 520	US\$ 6.230
Gastos públicos en salud por habitante	US\$ 1,7	US\$ 6,5	US\$ 244
Gastos públicos en salud, como % del PNB	1,0%	1,2%	3,9%
Número de habitantes por médico	17.000	2.700	520
Número de habitantes por enfermera	6.500	1.500	220
Número de habitantes por agente de salud (de todos los tipos, inclusive parteras tradicionales)	2.400	500	130
<i>Nota : Las cifras del cuadro son promedios ponderados, basados en los datos correspondientes a 1980 o en los más recientes.</i>			
<i>Fuente: 'Países menos adelantados: un nuevo programa sustancial de acción para el decenio de 1980'. Crónica de la O.M.S., 35: 245-249, 1981.</i>			

Las prioridades ya comentadas han contribuido, además del desarrollo general social y económico del país a través de varias décadas, a mejorar los indicadores de salud, basándose en aspectos específicos como la aparición y perfeccionamiento de los antibióticos, el perfeccionamiento de la tecnología terapéutica, la extensión en la cobertura de los servicios médicos, etc. Estos progresos han influido muy especialmente en reducir las muertes. El reflejo de ello se muestra en la Tabla 7.9.

Las evoluciones y progresos ya mencionados han provocado modificaciones notorias en la estructura de las principales causas de muerte en el país. Al reducirse las muertes para las cuales se han desarrollado eficientes acciones de prevención y de tratamiento dentro del campo técnico de la medicina, han empezado a prevalecer las muertes de otras afecciones cuyo manejo se hace más complejo, tanto por no conocerse la causa exacta como por estar condicionadas por patrones sociológicos, antropológicos, de hábitos, por factores ambientales difíciles de modificar, etc. La Tabla 7.10 muestra las modificaciones habidas en las principales causas de muertes en el país a lo largo de varios años. En aproximadamente 20 años se observan cambios importantes en la distribución relativa de las causas de muertes.

Los descensos observados en aparato respiratorio y afecciones perinatales pueden tener diversas causas, entre las que destaca la mejor tecnología terapéutica desarrollada en el período. Sin embargo, cabe preguntarse, al igual que respecto de las diarreas, ¿se enferma hoy la población de afecciones respiratorias igual que hace 20 años?

Las enfermedades del aparato cardiovascular y los cánceres muestran notorio incremento. Hay fuertes presunciones y evidencias que el ambiente estaría influyendo significativamente en estos niveles así como en los otros grupos expuestos. En los primeros casos es posible que se hayan controlado efectivamente algunos factores; en los dos últimos grupos, aun cuando las técnicas de recuperación se han perfeccionado mucho, los factores etiológicos, condicionantes y desencadenantes parecen estar fuera de todo control.

Específicamente respecto de la protección de la salud mediante la actuación sobre el ambiente, las inquietudes y programas técnicos tienen en nuestro país varias décadas de antecedentes; se concentra luego dicho potencial al crearse el Servicio Nacional de Salud en 1952. Esta institución

Tabla 7.9. TENDENCIA DE LA MORTALIDAD Y OTROS INDICADORES. CHILE, 1930-1980

Año	Mortalidad General*	Mortalidad Infantil**	Mortalidad por transmisibles (sin TBC ni Diarrea)***	Mortalidad por TBC***	Mortalidad por Diarrea	Mortalidad por Cáncer	Mortalidad por enfermedad aparato circulatorio***	Mortalidad por enfermedad aparato respiratorio***	% Atención profesional del parto	% Desnutrición Infantil	Expectativa de vida al nacer
1930	24,1	216				216					41
1940	21,3	193	232	260		70		415			42
1950	14,8	136		152	63						55
1960	12,3	120	54	53	86	104	108	255	67		57
1970	8,9	79	26	27	47	105	174	163	81	15,5 ^a	62
1980	6,6	32	12	12	8	102	177	63	91	11,5	66
% Variación	-73	-85	-95	-95	-87	+46	+64	-85	+36	-26	+61

* Tasa por 1.000 habitantes.
 ** Tasa por 1.000 nacidos vivos.
 *** Tasa por 100 mil habitantes.
^a Año 1975.

y otras entidades públicas lograron dar un importante paso más sobre el tema al obtener mediante Decreto del Ministerio de Salud de julio de 1970, ratificado en abril de 1971 y luego en octubre de 1973, el establecimiento de la "Comisión Nacional de Lucha Contra la Contaminación Ambiental". Según se expresa en su texto, su tarea consiste en asesorar a las autoridades de gobierno en el diseño e implementación de una política destinada a prevenir la contaminación del medio, y que ésta sea considerada y compatibilizada al más alto nivel en el proceso de planificación nacional. A este organismo no se le otorgó posteriormente la jerarquía que merece en relación con los planes integrales de desarrollo económico y social del país; entró en receso en 1978. Diversos intentos se han observado en años siguientes para poner en marcha algún organismo que aborde integralmente el problema de la contaminación y del deterioro del ambiente.

Paralelamente y con el objeto de enfrentar y solucionar los serios problemas derivados de los accidentes del trabajo y las enfermedades profesionales, se promulga en 1968 la Ley N° 16744. Esta otorga fondos y atribuciones específicos para desarrollar una labor programada, preventiva y curativa -en la que participan los trabajadores-, destinada a reducir los accidentes laborales y las enfermedades profesionales.

El problema de la salud ocupacional en Chile es, en suma, un problema de salud del adulto que compromete al 32 por ciento de la población del país, que es el sector activo productor de bienes y servicios. Sin embargo, hasta ahora sólo parcialmente los fondos para prevención han sido dedicados para los propósitos de la Ley.

En relación con la prevención y atenuación de los efectos de catástrofes y desastres naturales, en las últimas décadas se han dictado leyes que otorgan facultades al gobierno para adoptar medidas frente a problemas que se plantean tanto previamente como cuando tales catástrofes llegan a producirse. Al Subdepartamento de Protección de la Salud del SNS y, posteriormente, a los Servicios de Salud, les ha cabido un importante papel en el diseño e implementación de tales medidas.

Al Ministerio de Salud le cabe velar por la protección de la salud de la totalidad de los habitantes del país. Sin embargo, la información tradicional del SNS, desde su fundación, no ha considerado suficientemente el detalle de los recursos asignados al rubro protección, por lo que se dispone de un conocimiento incompleto al respecto. No obstante, se intentará presentar algunos antecedentes.

El déficit de personal en los programas de Epidemiología, Higiene Ambiental, Control de

Ali-

Los accidentes del tráfico

El transporte vehicular es, sin duda, uno de los más importantes e imprescindibles medios de comunicación del mundo actual, pero es, sin duda también, uno de los medios más patentes de contaminación. En esta dimensión del transporte, es necesario mencionar no sólo los efectos que tiene sobre la vida humana a través de la atmósfera, sino en el modo en que interfiere, con frecuencia y directamente, la supervivencia de las personas. Es así que, de

acuerdo con datos recientes, si persisten las tendencias actuales, los accidentes de tráfico provocarán la muerte de más de 6 millones de personas y lesiones a otros 350 millones más antes de que termine el siglo. Esta alarmante proyección apareció en un número reciente del "Journal of Traffic Medicine", publicación de la Asociación Internacional de Medicina y de Accidentes del Tráfico, con sede en Estocolmo.



Tabla 7.10. PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTES, DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE TOTAL DE MUERTES DE DIVERSOS PERIODOS. CHILE, 1959-1980			
GRUPOS DE CAUSAS	PERIODOS		
	1950-1961	1968-1970	1978-1980
Total muertes	278.468	252.406	220.040
Aparato circulatorio	9,4 %	18,7 %	23,8 %
Tumores malignos	8,5	11,6	14,7
Traumatismos y envenenamientos	17,0	9,4	11,0
Aparato respiratorio	21,2	18,5	10,3
Aparato digestivo	11,0	8,8	8,1
Afecciones perinatales	14,4	7,0	4,6
Infecciosas y parasitarias	4,0	8,8	8,1

Fuente: Anuarios de Defunciones y Causas de Muerte del SNS y Ministerio de Salud.

mentos, Higiene y Medicina del Trabajo y Educación Sanitaria, se arrastra desde la creación del SNS, situación que hacia 1970 se mantenía inalterada. En los años posteriores la información es imprecisa; sin embargo, existe la certidumbre que este personal ha disminuido notoriamente, especialmente si lo consideramos bajo el concepto de tasa.

Desde fines de la década del 60, comienza a aplicarse un programa de regularización de la planta profesional en el área de Protección del SNS, que permitiría, en el plazo de tres años, duplicar el personal. Se pensaba contratar ingenieros, químicos, constructores civiles, médicos veterinarios, educadores sanitarios, laboratoristas y otros. Desgraciadamente, este propósito no llegó a concretarse. Las bajas remuneraciones ofrecidas y las escasas posibilidades de ascenso determinaron que tales profesionales no demostraran interés por incorporarse a estas actividades, pese a que muchos de ellos se sentían y se sienten atraídos por el trabajo en el área de la salud pública. Posteriormente, diversos nuevos enfoques y prioridades dificultaron en gran parte proseguir la línea y objetivos que se habían trazado en décadas anteriores.

En el período 1967-1971, alrededor del 37 por ciento del gasto anual del SNS se destinaba a atención médica general, un 27 por ciento a atención materno-infantil, y un 23 por ciento a administración. En cuanto a Protección, los programas de Higiene Ambiental y Control de Alimentos utilizaron en el mismo período alrededor del 1 por ciento del gasto total. No se tiene información cuantitativa actualizada de las modificaciones sustanciales experimentadas en años recientes en este aspecto.

Similar perfil distributivo —con predominio abrumador de los gastos en acciones de recuperación— se observa respecto de la utilización de los recursos proporcionados al SNS por la Ley de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales entre 1968 y 1972. De estos fondos, el 61 por ciento fue asignado a prestaciones médicas y sólo un 6,5 por ciento a acciones educativas, de seguridad y prevención. Hacia 1980, los valores fueron, respectivamente, 63 y 3,5 por ciento.

Se ha hecho también referencia a la influencia que tienen otros sectores de la actividad nacional en la prevención sanitaria. Considérese el caso del Ministerio de Obras Públicas y Transportes encargado de desarrollar, crear y mantener servicios de agua potable y de alcantarillado. El presupuesto asignado a las obras sanitarias no sólo representó una fracción muy pequeña del gasto total de este Ministerio en 1961-1970, sino que ha tendido a deteriorarse en términos relativos. El mismo hecho puede observarse en ese período en la Dirección de Servicios Sanitarios del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo.

Histórica y mundialmente ha existido una discrepancia entre los logros científicos y conceptuales en el campo de la Protección de la Salud y el otorgamiento de las prioridades y los recursos para llevar aquéllos y sus objetivos a la práctica. En este sentido Chile no ha sido una excepción entre los países subdesarrollados. Creemos que esta situación ha estado fundamentalmente condicionada, entre otras causas, por dos hechos dignos de mención. En primer lugar, tradicionalmente no

proporcionado a la comunidad la información suficiente y con cobertura útil respecto de los problemas más importantes en Medicina Preventiva, de modo de conseguir de ella una colaboración consciente y una participación activa en las soluciones. Por otra parte, las diversas estructuras y organismos sociales públicos y privados han demostrado tener enormes dificultades para adaptarse al desarrollo científico y tecnológico contemporáneo, de modo que sus prioridades y acciones resultan con frecuencia obsoletas, inoportunas o con perspectivas limitadas para enfrentar los problemas de salud prevalentes para el nombre actual.

Finalmente, a riesgo de parecer reiterativo, se insistirá en algunos puntos que se considera necesario destacar:

La considerable variedad de riesgos que el deterioro del medio implica para la salud del ser humano, obliga a abordar con criterio ecológico el conjunto de problemas planteados. Un elemento central de este criterio es la aplicación de la epidemiología para el diagnóstico de los problemas del medio y para deducir las medidas prácticas que permitan controlar los efectos nocivos de los factores que los condicionan. Este planteamiento permitiría formular soluciones programadas a corto, mediano y largo plazo. A estos programas se les debiera dotar de los recursos humanos y materiales para llevarlos a cabo.

Existe escasez de estudios rigurosos de correlación entre enfermedades y condiciones del medio, asociados a la situación económica y social. Es necesario incrementarlos con participación multisectorial y profesional, de modo de disponer de mejores fundamentos científicos que avalen las medidas de control

Los diversos riesgos del ambiente para la salud humana se encuentran distribuidos en todos los ámbitos del quehacer social y económico, así como en los mismos individuos con sus hábitos, creencias e ignorancias. La responsabilidad causal es, por lo tanto, compartida. Los distintos sectores, instituciones y grupos de la comunidad debieran ser suficientemente informados al respecto y requeridos para que, con su participación consciente, contribuyan al abordamiento y a la solución multisectorial y multidisciplinaria de los problemas de salud de esta naturaleza

Deben hacerse esfuerzos para superar el supuesto antagonismo entre desarrollo y preservación del medio ambiente. Ya la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano dijo en 1972 que "el apoyo prestado a las actividades relacionadas con el medio no tiene que ser una excusa para reducir el desarrollo y que debería aumentarse apreciablemente la ayuda para el desarrollo, teniendo debidamente en cuenta los factores ambientales".

Los programas de atención médica, especialmente los de atención primaria, debieran evaluar la carga y el costo que para los servicios significa la atención de enfermedades evitables producidas o agravadas por el deterioro del medio. La evaluación del costo-beneficio debiera adquirir una especial dimensión dentro del análisis de las afecciones relacionadas con la calidad del ambiente.

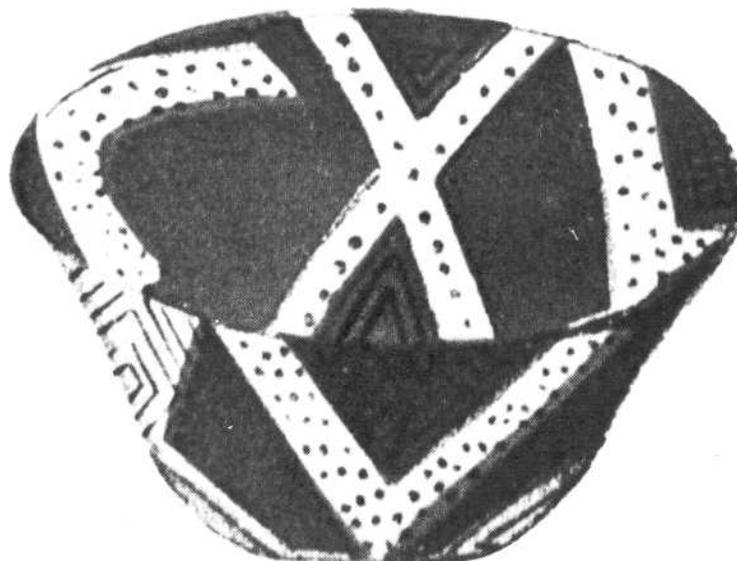
La acelerada urbanización que se observa agudiza y crea nuevas situaciones de deterioro en salud que estamos obligados a detectar con una actitud de vigilancia epidemiológica.

Especial atención debiera darse al creciente número de sustancias químicas potencialmente tóxicas que contaminan el aire, el agua, los alimentos, la tierra y el medio laboral.

Frente a la amenaza secular que representa para nuestro país al enfrentar un destino sísmico, le continuará correspondiendo al sector salud colaborar en la planificación multisectorial que permita prevenir y/o atenuar los efectos de los desastres naturales.

Atendiendo a que en el futuro habrá que conceder mayor relevancia al acceso de los sectores más pobres de la población a los recursos básicos, con lo que la preocupación habrá de dirigirse más hacia los problemas relacionados con el bienestar que a los relativos al ingreso y reconociendo lo complejo que resulta implementar tal estrategia, se considera que el otorgamiento de una mayor prioridad al aspecto preventivo y a una acción más directa del Estado en materia de inversión, permitirían mejorar el estado de salud de toda o gran parte de la población, y muy especialmente el de los grupos de alto riesgo, más desvalidos y vulnerables frente a la agresión de los agentes del medio.

Entorno Cultural



CAPITULO 8

Entorno Cultural

El cambio del medio ambiente natural es un proceso antíguísimo que vislumbramos a través de la prehistoria y constatamos a través de la historia. Es, en cierto modo, un fenómeno tan viejo como la misma tierra, que ha experimentado transformaciones geológicas y climáticas hasta configurar la geografía del planeta que habitamos.

Desde su apareamiento en la tierra, el hombre utilizó los recursos del medio natural, modificándolo de modo casi imperceptible en el comienzo. El cambio del entorno natural se hizo más intenso a medida que la población aumentó y se expandió por la tierra, hasta ocupar todos los continentes; sin embargo, al modificar el medio provocó su degradación o deterioro. La situación cambió radicalmente en los últimos dos siglos con el auge de la industria, la concentración urbana y la tecnología, que han ejercido una presión en el entorno natural antes desconocida.

Lo nuevo no es, pues, el cambio del medio ambiente, sino la degradación provocada por nuevas y recientes modificaciones y la subsecuente toma de conciencia de los aspectos negativos de tales alteraciones, toda obra del propio hombre. Esta toma de conciencia del problema, que es lo verdaderamente nuevo y trascendente, ha permitido evaluar la magnitud del deterioro ambiental, visualizar sus múltiples manifestaciones, identificar sus factores y evaluar sus interconexiones.

El fenómeno del medio ambiente se presenta, así, como una totalidad y tiene, por lo tanto, una dimensión holística.

Todos los seres vivos, desde la más pequeña planta, animal o micro-organismo, son eslabones conectados que forman el encadenamiento de la vida. Todo daño en ese eslabón repercute en el equilibrio ecológico. Esto que ocurre en los continentes ocurre también en los océanos, cuyo filtrado y disolución de materias orgánicas y minerales forman la cadena alimenticia de plancton, de los peces, moluscos, algas y aves. Todos estos elementos o manifestaciones se vinculan entre

sí y forman un conjunto de partes interconectadas. Esta nueva visión de los recursos de la tierra como elementos interdependientes es lo que constituye el ecosistema*.

Como se expone en la sección Desarrollo Histórico de los Ecosistemas Nacionales, del Capítulo 'Ecosistema Terrestre'** , los pueblos aborígenes que habitaban el territorio chileno antes de la conquista española usaron los recursos naturales sin provocar deterioros significativos. Contribuyeron a este resultado la densidad relativamente baja de esos grupos humanos así como su género de vida. Se trataba, en efecto, de pueblos que practicaban un sistema económico de subsistencia y de intercambio, con variantes según su localización a través del territorio.

Es así como la reducida población de la región litoral norte vivía dispersa en las caletas o lugares costeros que disponían del recurso de agua dulce en los escasos riachuelos que llegaban al mar. Estos grupos —como los chonos— vivían de los recursos del mar; practicaban la recolección de mariscos y la pesca en sus notables embarcaciones hechas de cueros de lobos. Los grandes conchales excavados en distintos puntos del litoral así como las numerosas pinturas rupestres son testimonios de los recursos alimenticios que a esos grupos les brindó el mar.

En el altiplano y en los valles cordilleros del Norte habitaban grupos que vivían de la agricultura, el pastoreo y la caza, intercambiando sus excedentes con los habitantes del litoral. En el Norte Chico la producción de alimentos estaba basada en la construcción de sistemas de riego y en el desarrollo, por lo tanto, de una agricultura de riego.

A partir del valle del río Aconcagua, hasta el seno de Reloncaví se extendían los distintos grupos del 'pueblo mapuche', que hablaban la misma lengua. En el Valle Central practicaron una agricultura rudimentaria, combinada con la recolección y la caza. El riego se empleaba hasta el río Cachapoal, con cultivos tales como maíz, papas, frijoles, etc. La habilitación de suelos para la ganadería y agricultura se efectuaba mediante el roce y por otras técnicas. Análogos recursos empleaban los 'huilliches' de Chiloé. Más al sur habitaban diversos grupos humanos esparcidos en el enorme territorio continental e insular, con su laberinto de canales. 'Chonos', 'alacalufes' 'onas' y 'yaganes' vivían de la recolección de mariscos, de la pesca y la caza. Por su constante desplazamiento y por vivir, a menudo, en embarcaciones han sido llamados 'los nómades del mar'.

Como puede observarse, los diferentes conglomerados humanos que habitaron el territorio chileno antes de la llegada de los españoles organizaron su existencia adaptándose a los recursos que les brindaba el territorio que ocupaban. Sus formas de vida y de subsistencia variaban, según el reto y los recursos que les presentaba el entorno natural. Fueron sedentarios o nómades, según los recursos fueran abundantes o escasos.

En consecuencia, puede sostenerse que si bien los diversos pueblos aborígenes de Chile mantuvieron cierto equilibrio entre el uso y la conservación de los recursos que les brindaban la tierra, los bosques, el mar, los lagos y los canales, a la llegada de los conquistadores españoles se observaba ya un panorama con intervención marcada de los nativos del país, en que ya se practicaba cierto manejo del ecosistema.

La instalación de los conquistadores europeos significó un cambio significativo en el medio ambiente natural de Chile, marcado por la introducción de especies vegetales y animales procedentes del Mediterráneo, el cambio en el uso y tenencia de la tierra y la implantación de nuevas tecnologías.

Hubo —ciertamente— deterioros coloniales como la disminución de tamarugos, algarrobos y chañares entre Atacama y Copiapó, provocados por el ganado ovino y bovino y por las faenas mineras; los bosques de algarrobos en Calama, de sauces en Copiapó, fueron usados en la construcción o exportados al Perú; el pangue de las quebradas nortinas y del Valle Central fue utilizado para curtir cueros y cordobanes. La recolección de la brea, procedente de las plantas de los valles del Norte Chico, usada para calafatear embarcaciones, hizo disminuir su producción y su área de distribución.

* *Un análisis de la caracterización y dinámica de los ecosistemas se expone en el Capítulo 'Ecosistema Terrestre',*

** *Una explicación complementaria y detallada de este proceso se expone en el Capítulo 'Ecosistema Terrestre'.*

El arribo de los conquistadores y la resistencia opuesta por los grupos aborígenes ocasionaron una serie de encuentros bélicos con la secuela de destrucción o abandono de sembrados indígenas. La alteración continuó con la larga resistencia opuesta por los araucanos en la boscosa zona comprendida entre los ríos Bío-Bío y Toltén, a quienes los bosques servían estratégicamente para ocultarse y tender emboscadas a los conquistadores. Para combatirlos, éstos recurrieron con frecuencia al incendio de bosques. El proceso prosiguió al adquirir empuje la ganadería, que exigió más tierras de pastoreo, y más tarde, al iniciarse el cultivo extensivo del trigo, que significó el aumento de praderas, a expensas de las áreas forestales.

La norma iniciada por los conquistadores —y continuada en la época republicana— de fundar las ciudades en los valles, a menudo junto a los ríos, en vez de hacerlo en las colinas o en las rincónadas, fue una práctica que disminuyó progresivamente las áreas aptas para la agricultura o los bosques. La construcción de las primeras viviendas y de los sucesivos núcleos urbanos establecidos tempranamente por los españoles requirió madera de los bosques y leña para el combustible doméstico, con lo cual el ancestral patrimonio vegetal de los nativos tuvo una mayor alteración, iniciándose el desmonte.

Como puede observarse, la conquista y colonización hispánica ocasionaron cierta alteración del medio natural, que no llegó a constituir un deterioro porque la transformación se vio compensada por la introducción y adaptación de las numerosas especies vegetales y animales, cuya multiplicación conformó gradualmente el paisaje del Valle Central de Chile, estructurado por un mosaico sucesivo de praderas, árboles esclerófilos, tierras de pastoreo, matorrales, bosques densos, etc.

En la región Centro-Sur se mantuvieron sin grave merma las valiosas especies forestales nativas, como la palma chilena, el ciprés de la cordillera, el alerce, la asociación forestal roble-laurel-lingue, la araucaria, etc., a las cuales se agregaron las especies frutales procedentes del Mediterráneo, como la vid, el olivo, el durazno, el manzano, el peral, etc., además de los cereales y hortalizas. La escasa fauna autóctona se vio incrementada con vacunos, caballares, ovejas, cerdos, caprinos, etc., y entre las aves con la introducción de gallinas, gansos, etc.

Además introdujeron nuevas formas de energía y de implementos técnicos para el trabajo; aprovecharon el potencial energético de las corrientes de agua en la construcción de molinos; difundieron la construcción de carretas para el transporte de materiales y productos. Emplearon la energía calórica de la leña para alimentar los fogones y braseros, los hornos para cocer el pan o para fundir los metales. Utilizaron la energía del viento para mover molinos y, combinado con el recurso del mar, para la navegación, el transporte y el comercio.

En síntesis, la colonización española inició un proceso cuya acentuación a través del tiempo asumiría proporciones de deterioro o de cambios negativos del medio ambiente. Pero es también cierto que, desde muy temprano, las autoridades del Cabildo dictaron medidas para sancionar los abusos en materia de recursos forestales.

Desde sus primeros tiempos —1549— el Cabildo de Santiago había ordenado que en cada árbol que se cortara debía mantenerse "tallo y horcón", norma que, a pesar de las severas sanciones, fue, como tantas otras, burlada.

Hay cierto consenso entre los investigadores en considerar a la era republicana, o al siglo XIX, como el período en que ocurrió el gran deterioro del medio ambiente chileno. Como se expone en el Capítulo 1, dos hechos se conjugan en este período: la libertad de comercio y el cambio de actitud de la población, lo que se manifestó en la planificación y utilización de los ecosistemas. Se inicia, entonces, una intervención a mayor escala de los ecosistemas del país. Este cambio de nuestro medio ambiente generó algunos procesos negativos tales como la quema sistemática de bosques en el Sur, la desertificación del Norte Chico, el embancamiento de los ríos, la disminución de ciertos recursos oceánicos y el deterioro urbano. Si bien la mayoría de esos procesos son tratados en el Capítulo 1, aquí destacamos el desarrollo de algunos de ellos.

Es posible que el primer proceso de deterioro en el siglo XIX haya ocurrido con la desertificación en el Norte Chico como consecuencia de la forma en que se desarrolló la minería de la plata y del cobre en esa región. En 1830 se descubrió el mineral de plata de Agua Amarga y de Arqueros y dos años más tarde la montaña de plata que fue Chañarillo. En su fundición se emplearon hornos a leña que, a través de los años, consumieron gran parte de los árboles y matorrales de la región,

Patrones de desarrollo

- "El actual proceso de desarrollo aleja a los pueblos de su medio ambiente natural, forzándolos constantemente a trasladarse a nuevos medio ambientes deshumanizados, tanto en términos físicos como culturales. Los supuestamente civilizados son frecuentemente los más brutalizados culturalmente. A! tiempo que la cultura del alto consumo de una minoría se intensifica y expande, desaparece la diversidad de las culturas humanas y de las formas de vida. El proceso actual ataca a 'todos' los componentes del medio ambiente natural, desde los pájaros, las ballenas y los árboles hasta los seres humanos. La degradación ambiental y la injusticia social son, como la conservación y el desarrollo, las dos caras de una misma moneda".
- "La cultura uniforme del alto consumo, que hace ricos a unos pocos y pobres a muchos, debe cambiarse para crear las condiciones políticas, económicas, tecnológicas y espirituales que estimulen la coexistencia de una multiplicidad de culturas y su consiguiente crecimiento. Los problemas del medio ambiente no se resolverán solamente con medidas tecnológicas, aunque se harán necesarias nuevas tecnologías ambiental y socialmente sensatas, como así también cambios sociales y políticos relevantes. La agricultura orgánica, las fuentes de energía renovables, las nuevas formas de transporte público y el reciclado de los materiales jugarán un papel de creciente importancia".
- "La creación de una alternativa representa un importante desafío intelectual y político: el de elaborar y articular un nuevo tipo de desarrollo. No se puede seguir definiendo el desarrollo como el simple incremento del consumo y producción de bienes materiales y servicios. Se lo debe definir, en cambio, como un proceso que permite a los individuos, comunidades y gobiernos el rescate de sus derechos y sus capacidades para decidir su propio futuro. La libertad para elegir el estilo de vida personal, de acuerdo con la cultura, los valores tradicionales y las necesidades sociales es esencial".
- "En la búsqueda de la ganancia a corto plazo, frecuentemente se olvida que la economía, tanto en las naciones industrializadas como en aquellas en vías de desarrollo, tiene cimientos ecológicos, cuya productividad determina, en última instancia, la salud del conjunto de la economía. Los daños al medio ambiente se manifiestan como daños a la economía, ya sea a través de cosechas más pobres, menor durabilidad de las construcciones, mayores presiones sobre los servicios de salud o el incremento de los precios reales de los recursos. Las estrategias económicas deben incluir medidas que sostengan sus fundamentos ecológicos, y la evaluación económica de proyectos y productos debe incluir los costos internos de todo el ciclo, desde la extracción inicial hasta el destino de los desperdicios".



principalmente tamarugos y algarrobos. El deterioro forestal que abrió paso a la desertificación aumentó luego con la explotación del cobre de Tamaya y de los minerales de plata de Tres Puntas y Caracoles. Por último, la vegetación arbustiva que sobrevivió a las faenas del Norte Chico fue consumida vorazmente por el ganado caprino que se multiplicó en la región.

En el Norte Grande las explotaciones mineras de la plata, el salitre y el cobre que se sucedieron en el siglo XIX significaron el deterioro de recursos renovables utilizados como combustible minero y doméstico. Grandes extensiones cubiertas por tamarugos fueron aniquiladas en la pampa y algo análogo ocurrió con los algarrobos en las quebradas interiores. Más tarde, los yacimientos de cobre de Chuquicamata ocasionaron el exterminio de la yareta de la precordillera. La multiplicación del ganado mular empleado para el transporte minero contribuyó a devastar la vegetación menor de la zona.

La fauna del Norte Grande fue también seriamente afectada por la caza metódica de la vicuña y la chinchilla, cuyas pieles finas fueron masivamente exportadas a lo largo del siglo.

En la región Centro-Sur de Chile se repitió, por otras causas, el deterioro de los bosques. Hacia mediados del siglo, la demanda de trigo, abierta por los mercados de Australia y California, ocasionó la destrucción forestal de grandes extensiones con el objeto de habilitar tierras para la siembra de trigo. La deforestación significó la aniquilación de gran parte de los bosques esclerófilos de la costa y de la asociación roble-laurel-lingue en Malleco. En la misma zona, a partir de 1881, con la llamada 'pacificación' de la Araucanía, cayeron bajo el hacha o el fuego los hermosos bosques de araucarias y el trío coigüe-raulí-tepa. Más al sur, entre Valdivia y el lago Llanquihue, la destrucción masiva de bosques se había iniciado desde 1845, en la habilitación de campos por los colonos alemanes; entre otras especies, agotaron los alerces, cuyos esqueletos se observan todavía en la zona.

Mientras en Chile se aniquilaban masivamente los centenarios bosques de nuestras soberbias araucarias, alerces, palmas chilenas y cipreses de Huaitecas, en los Estados Unidos se establecía —en 1872— el 'Día del Arbol', con el objeto de promover la protección forestal, iniciativa que originó la creación de parques comunales y la plantación de millones de árboles.

La persistente tala de bosques a través del territorio chileno abrió paso en algunas áreas a la erosión, la desertificación y las dunas. Hubo, además, otra consecuencia: la irrigación de los nuevos campos de cultivo con canales fluviales, unido a la deforestación y al arrastre de tierra, ocasionaron el embancamiento de prácticamente todos los ríos de la región Centro-Sur. Todos ellos fueron navegables en la época colonial y dejaron de serlo en los siglos siguientes.

Aparte del deterioro del medio ambiente terrestre, hay que anotar el del medio marino y litoral, que han recibido comparativamente menos atención. La alteración del litoral se inició con el creciente poblamiento costero, iniciado en la época colonial con la fundación en el siglo XVI de La Serena, Valparaíso, Concepción, Valdivia, Ancud, Castro. Este poblamiento prosiguió más lentamente en los siglos XVII y XVIII, para incrementarse en el siglo XIX con la fundación de puertos —Puerto Montt, Punta Arenas— y después con el surgimiento de balnearios y de establecimientos industriales.

Algunos deterioros de los recursos marinos, como la disminución de ballenas y otros cetáceos, son de antigua data y se remontan al siglo XVIII, cuando los balleneros ingleses y norteamericanos usaron el litoral chileno para explotar intensamente este recurso. Algo análogo ocurrió en el siglo XIX con la caza masiva de lobos marinos.

En el siglo XX aparecen nuevas etapas y formas del deterioro ambiental; una de las más graves y rápidas destrucciones ecológicas de Chile ocurrió en Aysen, en pleno siglo XX, como efecto de una colonización descontrolada e imprevisora. La extraordinaria vegetación arbórea de la región fue arrancada o destruida por grandes incendios intencionales que provocaron la erosión, dieron carácter torrencial a los ríos y embancaron los puertos.

La imprevisora explotación ganadera del territorio de Magallanes, que deterioró sus fértiles praderas, tuvo inicio, también, a comienzos de este siglo. La multiplicación del ganado ovino y el sobrepastoreo fueron agotando las plantas forrajeras, ablandando el delgado suelo arenoso, debili-

tando su capa vegetal y dejándolo indemne frente a la erosión, la fuerza del viento y el avance de las dunas.

Se estima en 8.000.000 de hectáreas la extensión de bosques aniquilados entre 1912 y 1970, las que, sumadas a las del siglo anterior, formaban 15 millones de hectáreas de tierras sin destino agrícola ni ganadero equivalentes a cinco veces la superficie de Holanda.

Por otra parte, la creciente migración de la población rural a las ciudades, particularmente a las más grandes o importantes, fue configurando en estas últimas vastos sectores de viviendas improvisadas con deficiente infraestructura de servicios. El problema se agrava al incrementarse las fábricas e industrias y aparecer nuevas formas de contaminación. En efecto, el desarrollo de las industrias dio un nuevo impulso al proceso de contaminación del aire y, en ciertos casos, al de la tierra y el agua. Estas formas de deterioro ambiental se acentuaron en varios casos debido a una industrialización desordenada en el espacio y sin control en relación a sus impactos en el medio ambiente.

Podrían señalarse en diversas áreas del país muchos casos en que esta industrialización desordenada se expandió sin regulaciones ni previsión, dañando el medio ambiente. Bastará mencionar dos ejemplos notorios: concentración de industrias en el sector sur-poniente de Santiago, desde donde los vientos prevalentes en el año, que soplan justamente desde el sur, conducen hacia el centro de la capital los humos de las chimeneas, contribuyendo a los altos niveles de contaminación atmosférica. Otro ejemplo de inadecuaciones es la localización de industrias de celulosa en la desembocadura del río Maule, cuyas emanaciones y desechos malolientes han destruido el atractivo de las playas, afectando a toda la ciudad de Constitución.

El desarrollo de ciudades e industrias en el litoral ha afectado también el ecosistema de costa y mar. Desde tiempos antiguos, las poblaciones humanas vaciaron en los ríos y mares los desechos de su actividad doméstica, agrícola o fabril, pero con el auge de la urbanización y de la industrialización la magnitud de este proceso ha alcanzado proporciones alarmantes por el número y cantidad de sustancias potencialmente nocivas vertidas en los océanos, o que llegan a ellos a través de los ríos o de la atmósfera. La contaminación de los océanos es un caso elocuente del deterioro que traspasa fronteras nacionales y exige por ello regulaciones internacionales.

Investigaciones realizadas en diferentes países han detectado los efectos nocivos en la fauna marítima de los desechos industriales y radiactivos, la presencia de metales, de hidrocarburos y de pesticidas —como DDT—, de los relaves de actividades mineras y de desechos domésticos y de aguas servidas. Los investigadores han concluido que la contaminación de los océanos es particularmente inquietante en los mares semi-cerrados y en las aguas costeras, donde precisamente se encuentran la mayor parte de los recursos pesqueros del planeta. Esta última constatación es importante para un país como Chile, que se extiende a lo largo de casi cinco mil kilómetros de litoral y cuyas principales ciudades e industrias están situadas junto al mar o próximas a él.

En Chile, la contaminación marina de origen terrestre tiene como razón principal los desechos domésticos y aguas servidas, entre cuyos efectos se ha detectado la contaminación bacteriana de las aguas y de organismos marinos con su secuela de enfermedades gastrointestinales, además del deterioro estético del paisaje.

No han sido investigados suficientemente la cuantía y los efectos de los desechos industriales en el ecosistema marino, aunque han detectado las descargas directas o indirectas de la minería del cobre y del fierro, y de industrias químicas, de papel y celulosa. Tampoco ha sido evaluada la contaminación originada en el uso de pesticidas. En todo caso, cabe señalar que la mayor parte de las aguas servidas de la población chilena va al mar, en forma directa, por cloacas y alcantarillados o indirectamente a través de los ríos.

Pero los deterioros que afectan a un ecosistema repercuten en los demás. Dado que la tierra es una unidad, esta interconexión se advierte tanto a nivel mundial como nacional.

En el caso de Chile, un investigador señala con claridad algunas de las interrelaciones entre nuestros sistemas terrestres y marinos:

"El suelo chileno está sometido a un doble ataque: por un lado, el escurrimiento de las tierras superficiales desde el interior hacia el mar como consecuencia de la destrucción de la cubierta vegetal por la acción del fuego, del viento, del agua, el sobrepastoreo y el monocultivo. Por otro

lado, el regreso de materiales desde el mar hacia el interior por la acción de las mareas, las corrientes oceánicas y los vientos. Ambos flujos son esterilizantes y amenazan terminar con la productividad de gran parte de nuestros suelos"¹.

Conciencia sobre la problemática ambiental

Según se ha expuesto, durante la época colonial no hubo en Chile un deterioro considerable del medio ambiente. No hubo, en consecuencia, una conciencia de deterioro ambiental, sino por el contrario, una conciencia generalizada de las óptimas condiciones que presentaban la naturaleza y sus recursos en Chile, así fuera la fertilidad de la tierra, la pureza del aire, la sanidad del clima o la riqueza del mar y de los ríos.

El elogio de la belleza y riqueza natural del territorio comienza en los propios escritos y en las cartas dirigidas a Carlos V, por el conquistador Pedro de Valdivia:

"Esta tierra es tal, que para poder vivir en ella y perpetuarse no la hay mejor en el mundo, dígolo porque es muy llana, sanísima, de mucho contento..." , señala que en la mayoría de los días de invierno "hacen tan lindos soles que no hay para qué llegarse al fuego". El verano es templado y corren deleitosos aires; la tierra "es la más abundante de pastos y sementeras, y para darse todo género de ganado y plantas, mucha y muy linda madera..." .

El cronista Alonso de Góngora y Marmolejo, compañero de Valdivia, prosigue el testimonio de la bondad del medio natural de Chile. Refiriéndose a los numerosos ríos afirma que "son las mejores aguas que se cree haber en el mundo y más sanas; y es la tierra de tan buenos aires y tan sanos que no se ha visto enfermar a nadie por ellas". Señala la riqueza del subsuelo con la existencia de "muchos metales de cobre, plomo, hierro, en grandísima cantidad".

A comienzos del siglo XVIII el cronista Alonso González de Nájera destaca la existencia, en el territorio chileno, de "un espeso bosque de amenísimas arboledas por altos, bajos y laderas, en cuyas honduras, que todas vienen a ser unos deleitosísimos vergeles, en algunos de los cuales apenas tiene el sol entrada, hay gran número de diversos lagos, prados y vegas". Del siglo XVII es el testimonio de P. Alonso de Ovalle: "la voz común de los que de Europa han llegado a verle, es que su cielo y suelo es lo mejor que han visto en cuanto han andado". Llega luego al lirismo al elogiar las aguas de cada región de las que describe su sabor y suavidad, así como la calidad y abundancia de los peces y productos del mar.

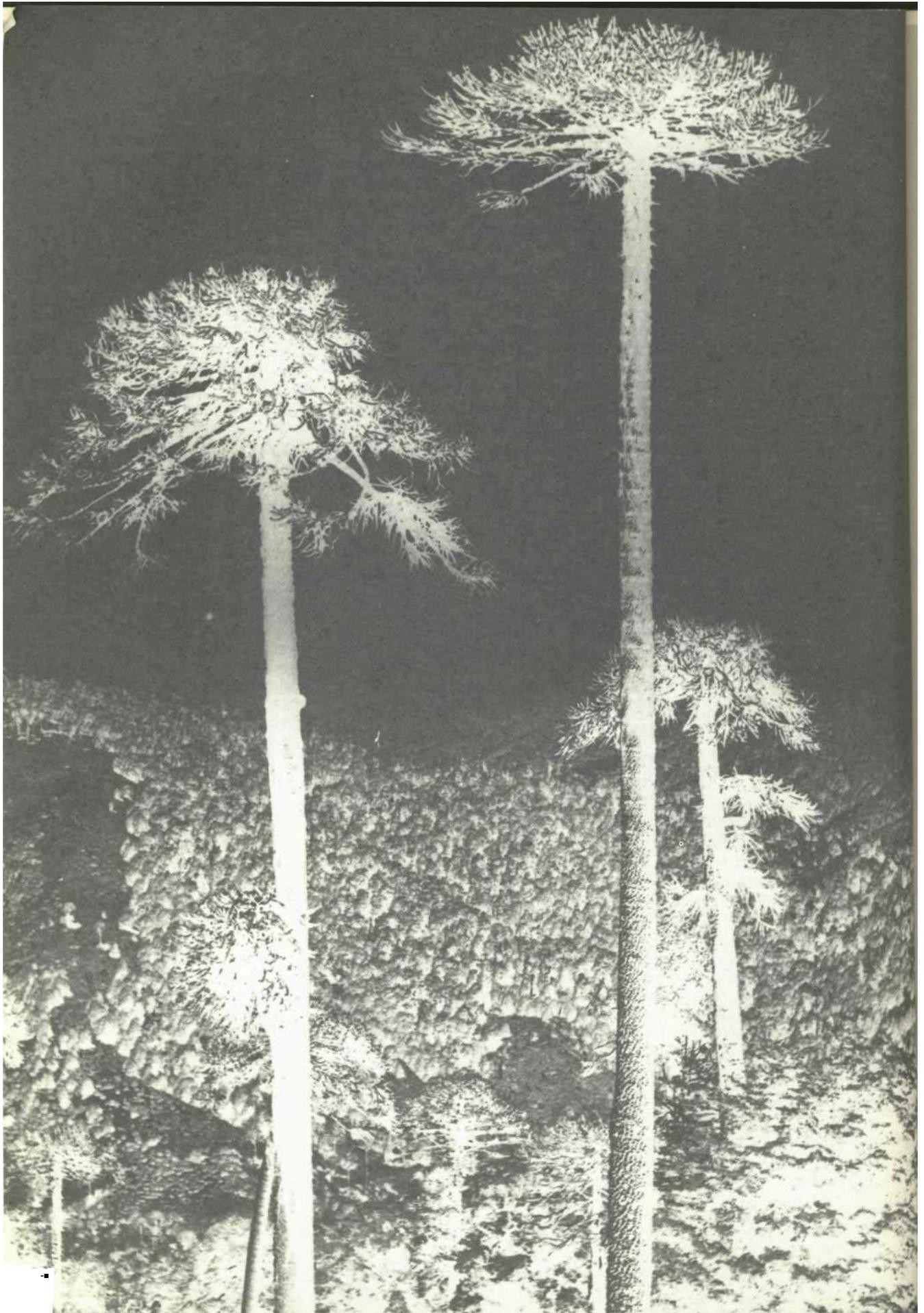
Por su parte, el cronista Pedro de Córdoba y Figueroa escribe: "el común sentir de desinteresados, es que el cielo y suelo de Chile, si tiene igual, no tiene superior en el orbe". Testimonios semejantes podrían multiplicarse y ocupar muchas páginas.

Por otra parte, la imagen tan favorable del territorio chileno no era exclusiva de los cronistas, sino que se encuentra también en los viajeros extranjeros que visitaron el país, tanto en el siglo XVIII, como en el siglo XIX. Del siglo XVIII podrían citarse los testimonios de Frezier, Feouillée, Vancouver y Byron, omitidos en obsequio a la brevedad, y porque en general coinciden con los de los cronistas de los siglos anteriores.

A los pocos viajeros y científicos extranjeros que llegan a Chile en el siglo XVIII, les sucede una numerosa cohorte en el siglo XIX, favorecida por el incremento de la navegación, el libre tránsito acordado a los extranjeros, la curiosidad por los nuevos Estados independientes y el interés de explorar sus posibilidades comerciales. El norteamericano Samuel Johnston, que vino a Chile como impresor del periódico 'La Aurora de Chile', escribe en sus memorias: "El clima de Chile es tal vez el más agradable del mundo... aquí la naturaleza esparce sus tesoros con mano más que pródiga".

El marino francés Lafond de Lurcy, por su parte, anota: "Chile no es solamente uno de los mejores países de la América sino del mundo, por lo bondadoso del clima y la sana fertilidad del suelo".

Como se señaló previamente, las primeras constataciones del deterioro ambiental en Chile se registran en el siglo XIX y se refieren a la ciudad de Santiago. En efecto, en sus "Recuerdos de 30 años", el músico chileno José Zapiola rememora el ambiente poco saludable que presentaba ha-



Cipreses y alerces

"Nacen estos árboles más ordinariamente en las quebradas de la cordillera, y como éstas son tan profundas, son muy crecidos los cipreses, porque no dejan de subir y crecer hasta carearse con el sol, y así salen derechos como un cirio, y es de tan lindo olor y tan preciosa esta madera, que con haber tanta, se vende a un subido precio y a mayor en el Perú, donde también se lleva, juntamente con la de alerce, pero vale éste menos, porque hay mucha más abundancia.

Son estos árboles de alerce sin comparación más gruesos y más copados que los cipreses, y se hacen de uno solo tantas tablas, como veremos después hablando de las islas de Chiloé, por ser allí más crecidos que en ninguna otra parte; el color de la madera es rojo cuando se labra, aunque después con el tiempo va perdiendo la viveza y se reduce a un color noguerado".

Alonso de Ovalle
"Histórica Relación del
Reino de Chile", 1646,

Palmas y araucarias

"La palmera, o palma de coco, *Palma chilensis*, de la cual se encuentran bosques inmensos en las provincias de Quillo-ta, Maule y Colchagua, se diferencia de las demás especies de su propio género en la respectiva pequeñez de sus cocos o frutos, que no son mayores que una nuez común. Su tronco, que crece y engruesa tanto como el de la gran palma de dátiles, es derecho, cilíndrico y carece de ramas; bien que en los primeros años de su crecer aparece cubierto de los extremos de las palmas que arroja, y que caen a medida que el árbol se eleva, lo cual hace con gran lentitud.

El pehuén, *Pinus araucana*, es el árbol más hermoso entre cuantos se crían en Chile, nace espontáneamente en el país araucano, y es hortense en las demás partes del reino. Su tronco, que tiene cerca de ocho pies de circunferencia, y setenta u ochenta de alto, es por adentro de un color amarillo pardo, y por fuera verdacho, resinoso y

liso, porque, a medida que crece, se va despojando de las ramillas envejecidas y de las hojas, que le cubren enteramente cuando es pequeño.

Ya que ha adquirido la mitad de su natural incremento, echa las ramas durables, que son paralelas al horizonte u horizontales, y siempre de cuatro en cuatro, formando cruz sobre un mismo plano, de manera que forman cuatro ángulos rectos. Las cuatro ramas que se siguen a éstas, a cuatro o cinco pies de distancia, pero sobre las mismas líneas, son más cortas, y así las siguientes por grados hasta llegar a la cima, que remata en punta; y como las extremidades de todas estas ramas se encorvan hacia arriba, resulta de ellas una perfecta pirámide cuadrangular".

Juan Ignacio Molina
"Compendio de la Historia.,
del Reino de Chile", 1776.

cia 1810 Santiago en lugares muy centrales, como la Plaza de Armas, atravesada por una acequia. "Esta acequia, descubierta en su mayor parte, sin corriente, y no siendo de ladrillo, proporcionaba más facilidad para la aglomeración de cieno. Lo que había en sus orillas no necesitamos decirlo, pues para los vendedores no había otro lugar de 'descanso', de tal modo que, cuando el sol calentaba, se levantaba un humo denso producido por las evaporaciones de las inmundicias acumuladas allí". En una calle cercana "abundaban los perros, gatos y otros animales muertos, que nadie se encargaba de recoger". La Alameda, agrega, "orgullo de nuestra capital, no era otra cosa, antes del año 1820, que un inmenso basural, con el adorno inevitable de toda clase de animales muertos, sin excluir caballos y burros".

En el año 1820, don Bernardo O'Higgins remodeló la Alameda y, a juzgar por los testimonios de María Graham, Ruschenberg y otros viajeros extranjeros que llegaron después, Santiago mejoró en el aspecto sanitario.

Durante los gobiernos decenales se contrató a muchos sabios europeos, quienes, entre otras valiosas tareas, fueron encargados del estudio científico del territorio y de sus recursos naturales. Entre ellos, realizó una labor notable el naturalista francés don Claudio Gay, contratado por el Gobierno de Chile en 1830 para ejecutar un viaje científico por todo el territorio de la República, con el fin de estudiar sus riquezas. En cada lugar visitado, el investigador examinaba y recolectaba muestras de la flora y la fauna, analizaba los metales y las aguas, hacía mediciones sobre el clima y la topografía, dibujaba cuidadosamente las especies, paisajes y costumbres de los habitantes. Dejó constancia gráfica de esta información en más de 3.000 dibujos. Fruto de sus estudios y viajes a través del territorio fue la monumental "Historia Física y Política de Chile" integrada por 30 volúmenes. Ocho de ellos examinaban la Botánica y otros ocho la Zoología, en tanto dos estuvieron dedicados al estudio de la Agricultura. La preparación y publicación de los treinta volúmenes ocuparon toda la vida de Gay, significando una empresa científica que ningún país americano, y pocos europeos, había logrado realizar hasta entonces. Las muestras recogidas por Gay fueron reunidas en el Museo de Historia Natural organizado también por el sabio francés.

Gay fue uno de los primeros autores que, en la época republicana, advirtieron sobre el agotamiento de recursos forestales en la provincia de Coquimbo. En 1833 escribía en 'El Araucano': "Los montes casi del todo han desaparecido, los árboles son débiles, pequeños y desmedrados, y las rocas descubriendo ya sus flancos en la más espantosa desnudez, parecen presagiar a esta hermosa provincia un lamentable porvenir... En el hombre es sólo donde se ha de buscar la causa de la aridez de esta provincia: existe en la penuria de muchas leyes sobre el arreglo de bosques y plantíos y en el vicio de las ordenanzas de minería que autoriza a las minas para cortar y destruirlo todo".

Años más tarde, en su obra sobre "La Agricultura", Gay llamaba la atención sobre la peligrosa extensión de las dunas en varias partes del territorio, sugiriendo las formas más efectivas de mantenerlas.

La vasta labor científica cumplida por don Claudio Gay fue proseguida por muchos otros naturalistas que llegaron después como Domeyko, Pissis, Philippi, y otros. Varios de estos científicos aportaron estudios y observaciones sobre el deterioro de la tierra y de otros recursos del país. La infatigable actividad desplegada por los sabios europeos contribuyó decisivamente al desarrollo de las ciencias en Chile.

En la primera etapa de su época republicana, Chile tuvo la fortuna de recibir, además de los numerosos científicos europeos, a artistas y pintores, como Carlos Wood, Mauricio Rugendas, Charton de Treville y Monvoisin. Estos artistas descubrieron nuestro paisaje y contribuyeron a la generación de la conciencia plástica de los chilenos frente a su propia naturaleza.

Otros técnicos, botánicos y paisajistas europeos contribuyeron también al delineamiento de los grandes parques privados que varios hacendados fueron formando en sus extensas propiedades del Valle Central. En esos magníficos parques armonizaron las especies de árboles chilenos con otros ornamentales y con plantas traídas del Oriente, de Europa y de Oceanía.

No obstante estos avances en la toma de conciencia ecológica, la devastación de los ecosistemas y el deterioro ambiental, reseñados anteriormente, alcanzaron un grado intenso que provocó nuevas reacciones en favor de la protección del ambiente.

En 1904, la Sociedad de Instrucción Primaria instituyó la 'Fiesta del Árbol', destinada a formar conciencia de la protección forestal entre los escolares, iniciativa que continuó por muchos años,

con resonancia nacional. A comienzos del siglo, el naturalista y científico alemán Federico Albert inició una acción perseverante para contener el avance de las dunas en varios puntos del territorio, la que contribuyó a la toma de conciencia del problema y a la adopción de medidas adecuadas; se comenzó la importante tarea de establecer Reservas Forestales y Parques Nacionales, destinados a la conservación de la flora y la fauna autóctonas, tarea que se incrementó notablemente a partir de 1950.

Las primeras Reservas Forestales fueron las de Malleco, Llanquihue, Villarrica y Alto Bío-Bío, establecidas en las primeras décadas del siglo XX, con una extensión aproximada de 40 mil hectáreas cada una, excepto la de Villarrica que alcanza a 163.000. Las Reservas Forestales más extensas son las de Lauca, en Tarapacá, y las de Guaitecas e Isla Magdalena, en Aysen, que en conjunto cubre un área de más de un millón de hectáreas.

Es interesante hacer notar que en las 32 Reservas Forestales constituidas a lo largo de Chile, casi la mitad han sido creadas a partir de 1950 y de ellas 14 fueron establecidas durante la administración del Presidente Eduardo Frei. En cuanto a los Parques Nacionales, ocurre algo semejante. Aunque más recientes, ellos han venido duplicándose desde las décadas de 1930 a 1960, en que llegaron al número de 28. Los de mayor extensión son los de 'O'Higgins' y 'Agostini', en Magallanes; 'Laguna San Rafael', en Aysen; 'Isluga', en Tarapacá; 'Pérez Rosales', en Llanquihue, y 'Puyehue', en Osorno. En la década de 1960, se impulsó también la Campaña Nacional de Reforestación, con participación de estudiantes, maestros, escritores, artistas, centros comunitarios, Fuerzas Armadas y Carabineros.

Un hito importante en la formación de la conciencia ambiental fue la publicación, en 1958, del libro "La sobrevivencia de Chile", de Rafael Elizalde, destinado a alertar a los habitantes de nuestro país acerca del grave daño ocasionado a la naturaleza y a sus recursos renovables².

Poco después de la primera edición de "La sobrevivencia de Chile", el ensayista y crítico literario, Hernán Díaz Arrieta, preparó la "Antología del Árbol", en la que reunió escritos de autores coloniales y de poetas chilenos de diferentes épocas³.

La limitación del espacio impide reseñar otros pasos en la toma de conciencia de la problemática ambiental, originados en la iniciativa privada y en la acción pública. Baste señalar que esta conciencia ha llevado a organismos públicos o municipales a adoptar iniciativas para medir los niveles de la contaminación atmosférica y acústica; en efecto, en 1970, se creó por Decreto Supremo la Comisión Nacional para estudiar la contaminación ambiental; por otra parte, se fundó el Instituto de Ecología, que obtuvo personalidad jurídica en 1975; en 1978 se funda el Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente, institución privada sin fines de lucro, con el objeto de promover el estudio interdisciplinario de los problemas ambientales y contribuir a la formación de una conciencia nacional para enfrentarlos con un enfoque integrador.

Singular importancia reviste el hecho de que la protección ambiental haya sido reconocida por el Estado e incorporada a la Constitución. En efecto, la Constitución Política de la República de Chile, aprobada en 1980, en su Artículo 19, dedicado a los derechos y deberes constitucionales, establece: "La Constitución asegura a todas las personas el derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza".

Finalmente, otro hecho significativo fue la realización en 1983, en La Serena, del 'Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno'. El evento fue organizado por el Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente —CIPMA—, con la colaboración de la Universidad de La Serena. Fue la primera vez que especialistas de las diversas disciplinas, procedentes de casi todas las universidades, se reunieron, sin respaldo oficial, para examinar seriamente los numerosos aspectos de la problemática ambiental⁴.

Civilización y ecosistema*

Puede definirse Civilización como una organización socioestructural de gran orden y desarrollo de las artes, ciencia, cultura, trabajo y organización social. Socioestructura caracterizada por un alto grado de armonía con las demás estructuras del ecosistema, incluyendo el entorno ecosistémico, los sistemas incidentes y la cultura de la población.

El hombre civilizado, organizado socialmente, cultural y laboralmente, debe subordinar, por lo tanto, su socioestructura a la jerarquía superior que le imponen las restricciones del componente natural de su ecosistema.

La tecnoestructura surge como resultante de la interacción de la biogeoestructura con la socioestructura y, como tal, está subordinada a ambas. El grado de desarrollo de las estructuras tecnológicas es una consecuencia de los recursos y habitat disponibles en el ecosistema, y del grado cultural, laboral y social de la población.

El desarrollo y crecimiento del ecosistema ocurre a través de seis procesos complementarios de artificialización. Dos de ellos se refieren a la tecnoestructura: la urbanización y la industrialización, con lo cual se persigue como fin el desarrollo tecnoestructural requerido para lograr mejores condiciones ambientales de la socioestructura. Un grupo de tres de los procesos restantes se refiere al desarrollo y crecimiento de la biogeoestructura: ganaderización, forestización y culturización. Estos procesos tienen como fin el desarrollo y optimización de la biogeoestructura, con el propósito de incrementar la capacidad productiva primaria del ecosistema y mejorar las condiciones del medio natural donde se desarrolla la especie.

Un tercer proceso de artificialización no se relaciona directamente con el mejoramiento del ecosistema donde se localiza la actividad humana, sino con la 'cosecha' de aquellos elementos del ecosistema requeridos en forma directa e inmediata para algún propósito antrópico: es la devastación de recursos del ecosistema. En este último caso, el efecto de esta acción antrópica es la desorganización creciente del ecosistema, lo cual puede devenir, eventualmente, en su destrucción.

Los restantes cinco procesos de artificialización persiguen, como fin, el desarrollo de ecosistemas que permita, a corto plazo, mejorar la calidad de vida de la población.

A menudo, estos propósitos no se logran alcanzar, y el resultado final es sólo un deterioro del ecosistema.

Dentro de este contexto, el grado máximo de desarrollo no corresponde, por lo tanto, a la máxima artificialización, sino que a la óptima combinación de elementos y estados alcanzados por cada uno de los procesos constructivos del ecosistema antrópico.

En conclusión, una definición moderna de civilización debiera hacer referencia al máximo grado de armonía susceptible de alcanzarse entre los componentes del ecosistema, lo cual corresponde al intersección entre las restricciones biogeoestructurales, recursos disponibles, capacidad de desarrollo tecnológico y optimización socioestructural. Civilización no es, por lo tanto, el máximo desarrollo tecnoestructural, ni el máximo desarrollo de las artes. Es el estado de máxima armonía.

Los conceptos expuestos en esta inserción están referidos en el Capítulo 'Ecosistema Terrestre', sección 'Ecosistema Origen'.

Ecología y sociedad⁵

Desde un punto de vista ecológico, la acción de la socioestructura sobre el ecosistema-origen puede dar lugar a dos grupos de sociedades: transitorias y estabilizadas.

- **Transitorias.** Las sociedades transitorias se caracterizan por presentar una socioestructura que conduce a la destrucción del sistema. Este estilo de sociedades se basa en la 'cosecha' indiscriminada de algunos de los componentes del ecosistema, provocando un deterioro progresivo del mismo.

Una vez que el proceso catastrófico del ecosistema-origen ha llegado a su fin, corresponde al componente socioestructural, por lo común aún no completamente deteriorado, migrar a otro ecosistema todavía no conquistado por la socioestructura. En esta forma se inicia un nuevo proceso de desarrollo transitorio del ecosistema-origen. El mismo proceso puede repetirse innumerables veces, perdurando mientras persista su capacidad de destrucción y migración, o bien hasta que la socioestructura se destruya.

Un ejemplo de procesos característicos de sociedades transitorias es la desertificación. En general, cualquiera de las enfermedades ecosistémicas, en su grado máximo, puede ser la causa de las sociedades transitorias, tal como ocurre con la salinización de tierras de riego utilizadas más allá de su capacidad potencial.

- **Estabilizadas.** Las sociedades estabilizadas en oposición a las sociedades transitorias, son aquellas que mantienen el estado del ecosistema, permanente o cíclicamente.

De acuerdo con su grado de artificialización,

estas sociedades pueden clasificarse en tres grupos:

- **Naturalistas o primitivistas:** son aquellas sociedades que se caracterizan por mantener al ecosistema en estados que se aproximan a su estado natural. La carencia de una tecnología aplicable a la artificialización del ecosistema, o la incapacidad de aplicarla, da lugar a este estilo de desarrollo ecosistémico.

- **De Consumo:** estas sociedades, bajo circunstancias específicas, generan ecosistemas estabilizados, aunque en un nivel de artificialización superior al óptimo. En aquellos casos en que la intensidad de 'cosecha' de algunos componentes, debido al nivel de artificialización aplicado, sobrepasa a la productividad del ecosistema, se produce un desgaste al hacerse permanente, conduce inevitablemente a la degradación del sistema, pudiendo derivar en su destrucción.

- **Ecosociedad:** es aquella sociedad que pretende un grado de artificialización Satisfactum, en el cual la intensidad de 'cosecha' del ecosistema sea compatible con un mantenimiento de la estructura que produzca el comportamiento optimizado del sistema. La magnitud de los aportes de estímulos debe además, estar en armonía con los usos competitivos de los sistemas de la biosfera, tanto desde el punto de vista de su agotamiento potencial, como de la magnitud de la respuesta del sistema, en términos de los subproductos que deterioran el entorno y de los requerimientos antrópicos.

Los conceptos expuestos en esta Inserción están referidos en el Capítulo 'Ecosistema Terrestre' \ sección Ecosistema Origen;

Valores culturales y protección ambiental

Entre los factores humanos de la degradación ambiental pueden señalarse una serie de conductas que se vinculan a fenómenos de mentalidad o cultura. Porque la cultura —que es un complejo de creencias y tradiciones, sentimientos y actitudes, conocimientos y valoraciones— sirve de pauta a la conducta de los grupos humanos frente a la naturaleza. Entre los motivos del comportamiento grupal o individual que más han contribuido al deterioro ecológico no es difícil identificar el afán de lucro y la visión de corto alcance, el egoísmo y la imprevisión, la ignorancia y la insensibilidad, la falta de sentido de comunidad y de totalidad, y como resultado, la ausencia de solidaridad frente a los demás y frente a las generaciones futuras.

Todos estos factores del deterioro ambiental están interrelacionados y pueden agruparse en problemas de conocimiento, de solidaridad y de sensibilidad. De modo análogo, los valores asociados a la toma de conciencia del problema ambiental y a la defensa de la naturaleza y de sus recursos aparecen vinculados a cambios en el conocimiento científico, a nuevas actitudes de ética y solidaridad y a renovadas formas de sensibilidad estética.

Aunque todas estas esferas de la cultura se conectan e influyen mutuamente, para fines de análisis, conviene distinguir los valores de conocimiento y ciencia; los factores de solidaridad y ética y los factores de sensibilidad y estética.

Conocimiento y Ciencia

La actividad del hombre sobre el mundo y sus ecosistemas depende de las formas en que él lo piensa o lo concibe.

La noción generalizada de que el mundo es infinito y sus recursos inagotables, guió la acción del hombre sobre la tierra durante gran parte de su historia. Sólo que en los últimos tiempos, la constatación del grave deterioro del medio natural y de sus recursos llevó a cuestionar esta noción, que todavía no desaparece del todo. Esa noción equivocada alimentó, además, un orgulloso sentimiento de estar 'dominando' la naturaleza, lo que dispensó de preocuparse de sus consecuencias, hasta que esa dominación se convirtió en destrucción.

De este modo, la ignorancia de los efectos nutrió la imprevisión frente al futuro. Parte de esta imprevisión deriva de cierta falta de integración de los conocimientos acerca de la naturaleza, porque la especialización unilateral obstaculizó durante mucho tiempo la visión integrada de los múltiples problemas del medio ambiente, que muestran una estrecha interconexión. En consecuencia, el aporte interdisciplinario de las ciencias puede contribuir al mejor conocimiento del medio ambiente, de los recursos naturales y de su protección.

Solidaridad y Ética

El incremento del conocimiento científico y de su integración sería insuficiente si no estuviera unido a un incremento de la conciencia de responsabilidad personal y colectiva. Los motivos causantes del deterioro ambiental, como el afán de lucro, el egoísmo, la falta de solidaridad hacia la comunidad local, regional, nacional o internacional, plantean la necesidad de una ética del medio ambiente. Ética que involucra el reconocimiento y supremacía de valores como el de solidaridad, no sólo hacia los demás hombres que son nuestros contemporáneos, sino también hacia las generaciones futuras, consideración que obliga a superar el exclusivo interés inmediato.

Esta ética del medio ambiente incluye la solidaridad entre las naciones, en virtud de la cual las de mayor desarrollo debieran considerar las consecuencias que la utilización dilapidatoria de los recursos naturales acarrea en los países de menor desarrollo, para abrir paso a la noción de que los recursos naturales de un país o región forman parte del patrimonio común de la humanidad, y que el imperativo de protección de esos recursos tiene una dimensión planetaria, que exige la cooperación internacional.

Sensibilidad y Estética

La insensibilidad moral y estética ante la agonía de la naturaleza forma también parte de las conductas que han llevado al deterioro ambiental. Es posible que la concentración urbana de la población, junto con la técnica y la mecanización del trabajo, sean factores que hayan afectado o disminuido la capacidad de admiración hacia la naturaleza. Por ello, urge reivindicarla, conocerla, amarla y protegerla. En esta estética de la naturaleza y del medio ambiente pueden y deben contribuir las ciencias y las humanidades, con el aporte de las artes y la literatura, la geografía y las ciencias sociales y naturales. En suma, la protección del entorno natural implica el rescate de los valores.

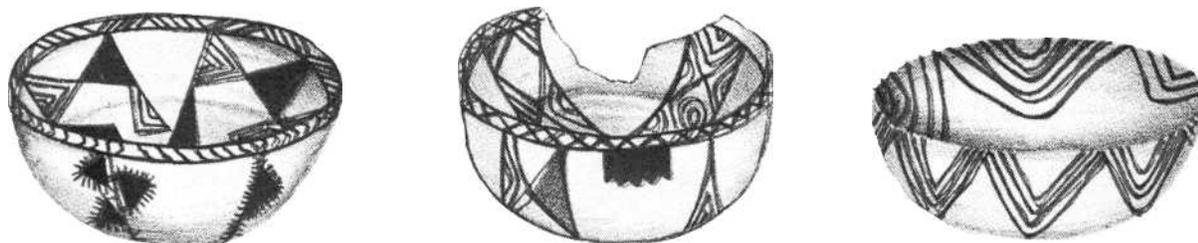
Puede sostenerse que el deterioro del cuerpo de Chile no es ajeno al deterioro de ciertos valores en el espíritu de los chilenos. El primer deterioro es visible porque se manifiesta en la contaminación del aire, del agua y de la tierra. El segundo es invisible porque afecta al espíritu, la mente y la mentalidad, pero este deterioro interior ha provocado el del mundo externo.

En conclusión, la protección efectiva *del medio* ambiente requiere el *aporte integrado de los* valores de la ciencia, la ética y la estética. Este aporte debiera ser integrado por las principales agencias de socialización, como la familia, la educación y los medios de comunicación. En esta forma, la conciencia del medio ambiente llevará a la población a proteger la naturaleza y a preservar sus recursos.

En la formación de la conciencia medioambiental de la población cabe un papel muy importante a la familia y a los medios de comunicación. Por ello, es imprescindible la educación relativa al medio ambiente, que haga consciente en las generaciones nuevas la responsabilidad en la protección de los recursos naturales y las acciones en la vida cotidiana y profesional que contribuyen a esa protección.

Dada la interconexión de los diversos aspectos y problemas que inciden en el medio ambiente, cada asignatura, cualquiera sea el nivel de escolaridad o el tipo de escuela, puede contribuir a la toma de conciencia de los problemas y de los recursos del medio ambiente. En la educación ecológica deben converger la formación científica, moral y artística. Pueden y deben contribuir a ella la enseñanza de las artes y de las ciencias, de la ética y de la filosofía, de la técnica y las profesiones. Lo importante es rescatar los valores culturales asociados a la protección ambiental, en pugna con los disvalores que han llevado a su deterioro: solidaridad versus egoísmo, conocimiento versus ignorancia, previsión versus imprevisión, sensibilidad estética versus indiferencia, sentido de la totalidad versus particularismo.

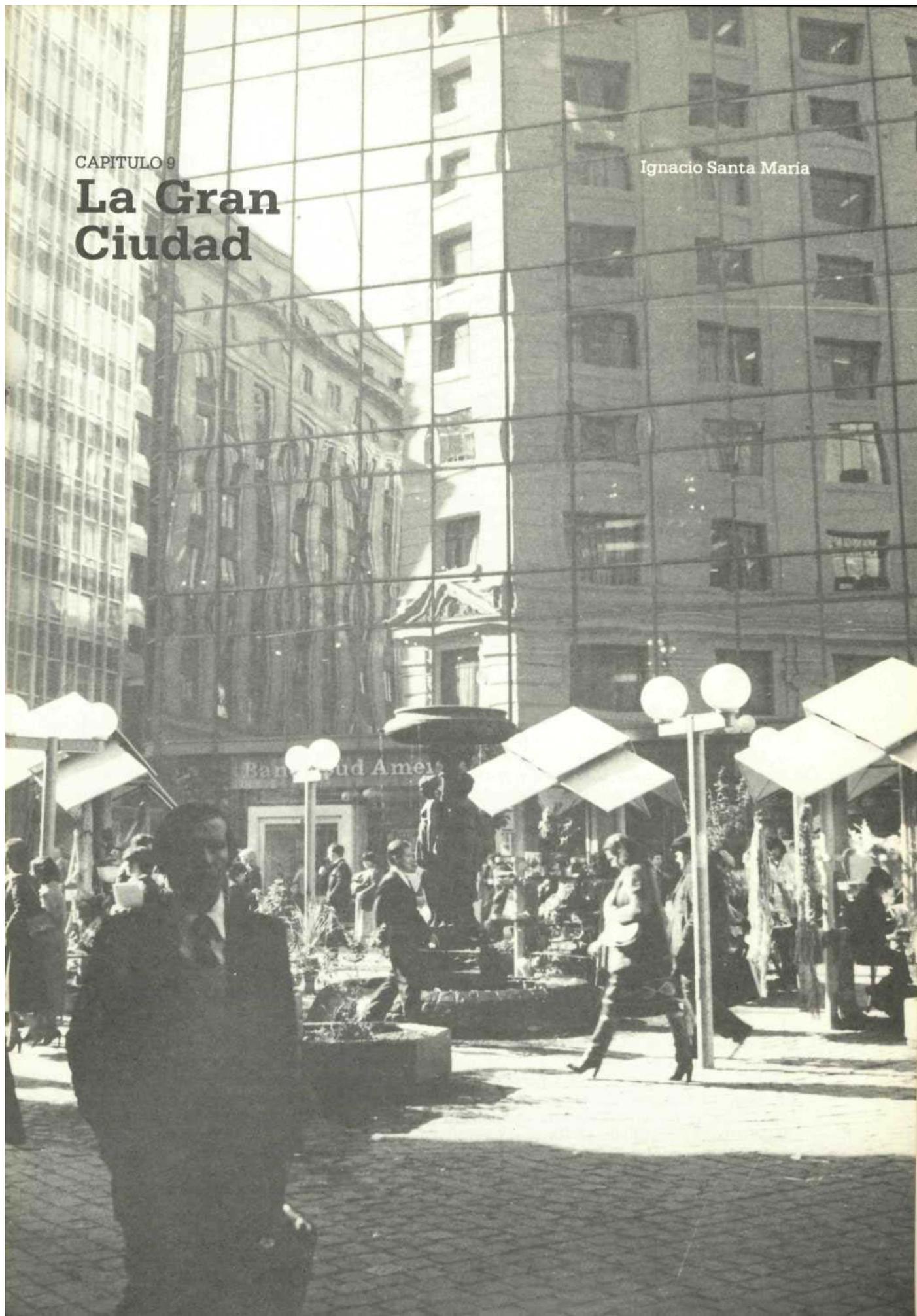
Tal vez así, la familia, la educación y los medios de comunicación nos llevarían al objetivo de un desarrollo con protección del medio ambiente; oponiendo al desastre ecológico, que amenaza la sobrevivencia de Chile, aquella 'voluntad de ser', que, según Gabriela Mistral, es la característica nacional que nos ha permitido encarar los grandes desafíos de nuestra historia.



CAPITULO 9

La Gran Ciudad

Ignacio Santa María



CAPITULO 9

La Gran Ciudad

Los distintos aspectos del medio ambiente nacional han sido abordados en el transcurso de este libro, en general, mediante un tratamiento específico. Sin embargo, las variables, si bien, particularizadas, derivan, de uno u otro modo, en una expresión urbana, como consecuencia de la incorporación de los procesos de artificialización con que el hombre ha intervenido e interviene el ecosistema en que habita. Es así que, directa o tangencialmente, tópicos de índole diversa, enfocan desde sus perspectivas propias, aspectos comunes tales como urbanización, metropolización, población, salud, vivienda y otros. Existe, sin embargo, una dimensión globalizadora, en la cual concurren las distintas variables medioambientales para conformar un enfoque no sólo integral sino esencialmente humanista de la ciudad en particular, y del medio ambiente en general. Este es el enfoque que prima en el presente Capítulo, concentrándose en él la multiplicidad de la problemática ambiental, tratada desagregadamente en los capítulos restantes del libro.

El proceso histórico de la metropolitización

La humanidad ha presenciado, a través de la Historia, el fenómeno de la concentración de la población en algunas grandes ciudades, como consecuencia, por lo general, de la atracción ejercida por la sede del poder político, administrativo y comercial de la capital de un gran Imperio, sobre los territorios y los pueblos bajo su dominio. Los ejemplos de Babilonia y Nínive, en los albores de la Historia, y el aún más significativo de la Roma Imperial, que pasó de 400.000 habitantes bajo el reinado de Pirro (280-272 a.C.) a 800.000 habitantes en la época de Sila (82 a.C.) hasta llegar a 1.200.000 habitantes en tiempos de Nerón —y de su peculiar sistema de reforma urbana por incendio de 10 de sus 14 distritos urbanos—, en el año 65 de nuestra era¹, son demostrativos de los orígenes históricos de esta tendencia poblacional.

Al iniciarse la Revolución Industrial europea en Inglaterra, a mediados del siglo XVIII, esta tendencia histórica de concentración poblacional en la ciudad capital de una gran nación, se vio reforzada por la emigración rural basada en las expectativas que ofrecía la oferta creciente del empleo en las nuevas actividades industriales, con sus actividades complementarias de servicios, localizadas, por lo general, en los más importantes centros urbanos.

La suma de estos dos tipos de fuerzas sociales explica el crecimiento urbano, en términos de gigantismo, que alcanzaron, ya a comienzos del siglo XX, Londres, Nueva York, Tokio, y tantas otras ciudades capitales del mundo industrializado.

Concentración Urbana en América Latina

En la historia de los asentamientos humanos en América Latina se repite el fenómeno de concentración poblacional, con características muy similares a las europeas.

Son, por lo general, las ciudades capitales las que, dentro de los diferentes territorios coloniales, llegan a tener una desproporcionada importancia en todos los indicadores urbanos de población, de extensión territorial o de actividades, como consecuencia de ser las sedes políticas y administrativas de sus respectivas naciones. La tendencia histórica de concentración poblacional ha persistido en estos mismos centros urbanos latinoamericanos durante los últimos cincuenta años, por efecto de los respectivos procesos de industrialización y modernización de cada nación.

Así, a comienzos de 1960, el porcentaje de la población nacional concentrada en la ciudad capital alcanzaba en Montevideo al 56 por ciento; en La Paz, al 47 por ciento; en Buenos Aires, al 46 por ciento; en Lima, Santiago de Chile y La Habana, al 38 por ciento, y en Ciudad de México, al 28 por ciento.² Sobre estos ya exagerados porcentajes de concentración poblacional, en la ciudad capital, se destacaban en esa fecha, San José de Costa Rica con 67 por ciento, y Panamá con 61 por ciento de la población nacional. Dentro de un sentido aparentemente contrario, Bogotá y Río de Janeiro con 17 y 14 por ciento, respectivamente, de concentración de la población nacional, sólo demostraban que la evaluación del mismo fenómeno de concentración poblacional en esos dos países geográficamente regionalizados debía medirse dentro de sus espacios regionales propios.

La gravedad de este fenómeno urbano en América Latina, ha sido manifestado recientemente en un informe de CEPAL, en el que se destacan sus proyecciones y consecuencias hasta el año 2000. "La concentración metropolitana es posiblemente el hecho más resaltante de la fenomenología del asentamiento humano en América Latina y el Caribe. Ello se ha acentuado notablemente a partir del decenio de 1950 y en el período comprendido entre 1950 y 1980 la proporción de la población de la región que vive en asentamientos de más de un millón de habitantes creció de 9,6 a 29 por ciento. De mantenerse las actuales tendencias, es probable que las ciudades de más de un millón de habitantes alberguen, en conjunto, a 220 millones de personas en el año 2000, cifra que representaría a un 37 por ciento de la población de la región"³.

Concentración Urbana en Chile

La gravedad y las consecuencias políticas y socioeconómicas de la concentración poblacional en Santiago de Chile, sin ser relativamente el caso más agudo en América Latina, permite que sea caracterizada como la repetición en nuestro país de ese fenómeno urbano que se calificó en Francia, hace ya 30 años, como el 'Caso de París y el Desierto Francés'.

Parece innecesario recurrir a las numerosas descripciones estadísticas de este fenómeno urbano nuestro⁴ puesto que, en la conciencia de cualquier chileno, desde que se inician sus ambiciones de adolescente, todas sus metas están centradas en la imagen ilusoria de la gran ciudad capital, y luego, con el correr de la vida, el campo de sus actividades empresariales, administrativas, culturales y hasta deportivas tienen su centro de toma de decisiones y su mayor representación en ella. Puede, por esto, afirmarse que, en las raíces de nuestra cultura nacional, existe ya consolidado un prejuicio tan fuerte respecto a las conveniencias comparativas por el asentamiento humano de la población en la ciudad capital, que, pese a los esfuerzos de las políticas de regionalización vigentes, la situación chilena tiende hoy a repetir el caso francés de 'Santiago... y el Desierto Chileno'.

La dinámica de este fenómeno urbano nacional se ha ido acrecentando junto con el natural proceso de modernización social, especialmente alimentado por las imágenes con que la televisión muestra la vida en las grandes capitales del mundo occidental industrializado y, así, si en 400 años Santiago pasó de su fundación a ser una ciudad de 1.500.000 habitantes, en un territorio urbanizado de aproximadamente 15.000 hectáreas, en los últimos 40 años sobrepasó los 3.500.000 habitantes, en un territorio urbanizado de aproximadamente 50.000 hectáreas.

Metropolitización

Para referirse a este proceso urbano, característico del modo contemporáneo del asentamiento humano, se ha llegado a formular, dentro de las Ciencias Sociales, el término de metropolitización. Se ha querido con ello destacar la globalidad y el alcance de este fenómeno urbano, en cuyo proceso se suma hoy la acción de fuerzas subjetivas, como son las imágenes culturales, con fuerzas tan objetivas como las economías de escala, propias tanto del campo de las actividades económicas, como de las actividades políticas, administrativas y culturales de cada país.

Postulamos por esto, que sólo dentro de la interrelación de los diversos factores que intervienen en el proceso de la concentración urbana puede comprenderse el fenómeno social y político contemporáneo del desproporcionado gigantismo urbano de las ciudades capitales, nacionales o regionales, dentro de los procesos de asentamiento humano de cada país.

Deterioro urbano

Un Deterioro Urbano Complejo y Extendido

Una de las consecuencias más palpables del proceso de metropolitización es el creciente deterioro urbano que se produce en el asentamiento humano de la gran ciudad contemporánea en América Latina. Este deterioro urbano afecta tanto a las condiciones sociales y económicas de grandes masas poblacionales, como a las condiciones físicas en áreas proporcionalmente crecientes del territorio de cada gran ciudad.

Sobre el fenómeno urbano de la decadencia ambiental del Gran Santiago, en base de los datos censales de 1970, se destacaba ya en esa fecha³ que el 90 por ciento, tanto del territorio urbanizado como de la población de Santiago, sufría un manifiesto deterioro urbano, expresado en indicadores físicos y socioeconómicos relevantes para el análisis de un medio ambiente particular. Para hacer más comprensible la gravedad y las proyecciones que tal situación urbana implica para la vida misma de la gran ciudad —entendida como un organismo social asentado en un territorio determinado—, se graficaba, entonces, el resultado de ese análisis como la imagen de un gran monstruo a punto de cerrarse sobre las pequeñas islas de modernización urbana, devorándolas.

Pese al conocimiento superficial que pueda lograr un ocasional visitante que recorra con curiosidad científica América Latina, se puede afirmar, sin temor a error, que la apreciación del grado de decadencia ambiental en Santiago se repite en igual proporción, y a veces aun en peores condiciones, en otras ciudades capitales de la Región, tales como Ciudad de México, Lima, Quito y otras.

Ciudades Pobres

Por un pudor muy comprensible, y tal vez, en ciertos casos, por un sentido de orgullo nacional mal comprendido, la cruda realidad del grado de deterioro ambiental en las metrópolis latinoamericanas se oculta discretamente, lográndose, así, salvar la imagen de modernización y progreso cívico-urbano de cada país. Inhibiéndose, de este modo, la necesaria creación de una conciencia nacional del proceso urbano basada en la real situación existente y en el riesgo de las graves proyecciones sociales que implica su generalizado desconocimiento.

Utilización de suelo agrícola por crecimiento urbano del Área Metropolitana de Santiago 1955-1984

En treinta años el Área Metropolitana de Santiago* ha más que duplicado el tamaño de su población, el volumen de sus actividades económicas y la variedad de sus servicios. Este acelerado crecimiento ha tenido múltiples repercusiones en la estructura urbana y el entorno natural donde se asienta la ciudad; el déficit habitacional creciente, los altos índices de contaminación atmosférica y de las aguas, el deterioro de la accesibilidad interna, son algunas de las manifestaciones más visibles del efecto negativo que ha tenido la rápida expansión de la ciudad. Otra dimensión de los problemas que el crecimiento de Santiago genera, guarda relación con la utilización de suelo agrícola para localizar a la nueva población y sus actividades. Reiteradamente se ha llamado la atención sobre la gran cantidad de tierra que anualmente es retirada de la producción agrícola por efectos de la urbanización. Esta preocupación no ha trascendido, en parte porque no se han discutido suficientemente aspectos cualitativos del problema, en particular la calidad de las tierras agrícolas que se incorporan al uso urbano y su escasez relativa en el contexto de los recursos agrícolas nacionales.

A continuación se analizarán algunos aspectos de este problema con base en información sobre consumo de suelo agrícola en el Área Metropolitana de Santiago 1955 y 1984¹.

En el período bajo análisis, más de dos millones cuatrocientas mil personas se agregaron a la población del Área Metropolitana de Santiago, aporte poblacional que más que duplicó el tamaño demográfico de la ciudad. Para satisfacer las necesidades de esta población se incorporaron entre 1955 y 1979 aproximadamente treinta y un mil

hectáreas de suelo, lo que significa que Santiago, en 25 años, creció en superficie más de una vez y media lo que habría crecido en los primeros cuatrocientos años de su historia. Este fenómeno es el resultado de la muy baja densidad de ocupación del suelo, producto de un crecimiento urbano basado fundamentalmente en viviendas unifamiliares. Esta tendencia es consistente con las preferencias de los grupos de más altos ingresos. Además, el menor costo de producción de viviendas, unifamiliares en un piso, en relación a viviendas en altura, ha inducido a los organismos del Estado a construir las masivamente para satisfacer los crecientes déficit habitacionales*. El crecimiento urbano en extensión y de baja densidad se ha visto facilitado tanto por el menor costo de la tierra agrícola del perímetro respecto a los lotes del interior, como por la propensión de los propietarios rurales a vender sus tierras para usos urbanos, dada la mayor rentabilidad a corto plazo que estas transacciones significan.

Como es posible observar en el Cuadro, en el período 1955-79 se incorporaron, como promedio anual, más de mil doscientas hectáreas de tierra agrícola a usos urbanos manteniendo de este modo la muy baja densidad media bruta de la ciudad, la que, en ningún período, ha superado los cien habitantes por hectárea. Producto de las características del emplazamiento de la ciudad (sobre tierras agrícolas de alta calidad) esta incorporación masiva de suelos a usos urbanos se ha hecho casi exclusivamente a expensas de tierras con potencial agrícola, en particular usando tierras de los tipos de mayor productividad.

En efecto, prácticamente todo el crecimiento experimentado por la superficie

El Área Metropolitana de Santiago incluye 17 de las comunas existentes en la Región Metropolitana antes de la Reformulación Comunal de 1981; Santiago, Las Condes, Providencia, La Reina, Ñuñoa, La Florida, San Miguel, La Granja, La Cisterna, Maipú, Quinta Normal, Pudahuel, Renca, Quilicura, Conchalí, Puente Alto y San Bernardo.

Cabe hacer notar que las soluciones habitacionales provistas por el sector público para los sectores de más bajos ingresos tienen muy altos niveles de densidad, a pesar de que se desarrollan en un piso.

urbana de Santiago entre 1955 y 1979 ha tenido lugar sobre tierras agrícolas de riego (suelos clases Ir, IIr, Illr y IVr). Más aún, el sesenta por ciento de las casi 32.000 hectáreas incorporadas a usos urbanos en el período, corresponde a suelos de la más alta productividad (clases Ir y IIr) de las cuales existe una muy limitada disponibilidad (sólo el uno por ciento de la superficie continental de Chile tiene suelos de esta calidad). Santiago en este período ha ocupado, prácticamente, el dos por ciento del total de tierras clases Ir y IIr disponibles en el país. La disminución en la disponibilidad de recursos agrícolas que ha representado el crecimiento de la capital es aún más grave si se analiza el uso de tierras de clase Ir, la mejor tierra agrícola, de la cual existen no más de 100.000 hectáreas en Chile; el Área Metropolitana de Santiago ha ocupado en los últimos años, prácticamente un diez por ciento del total disponible en el país.

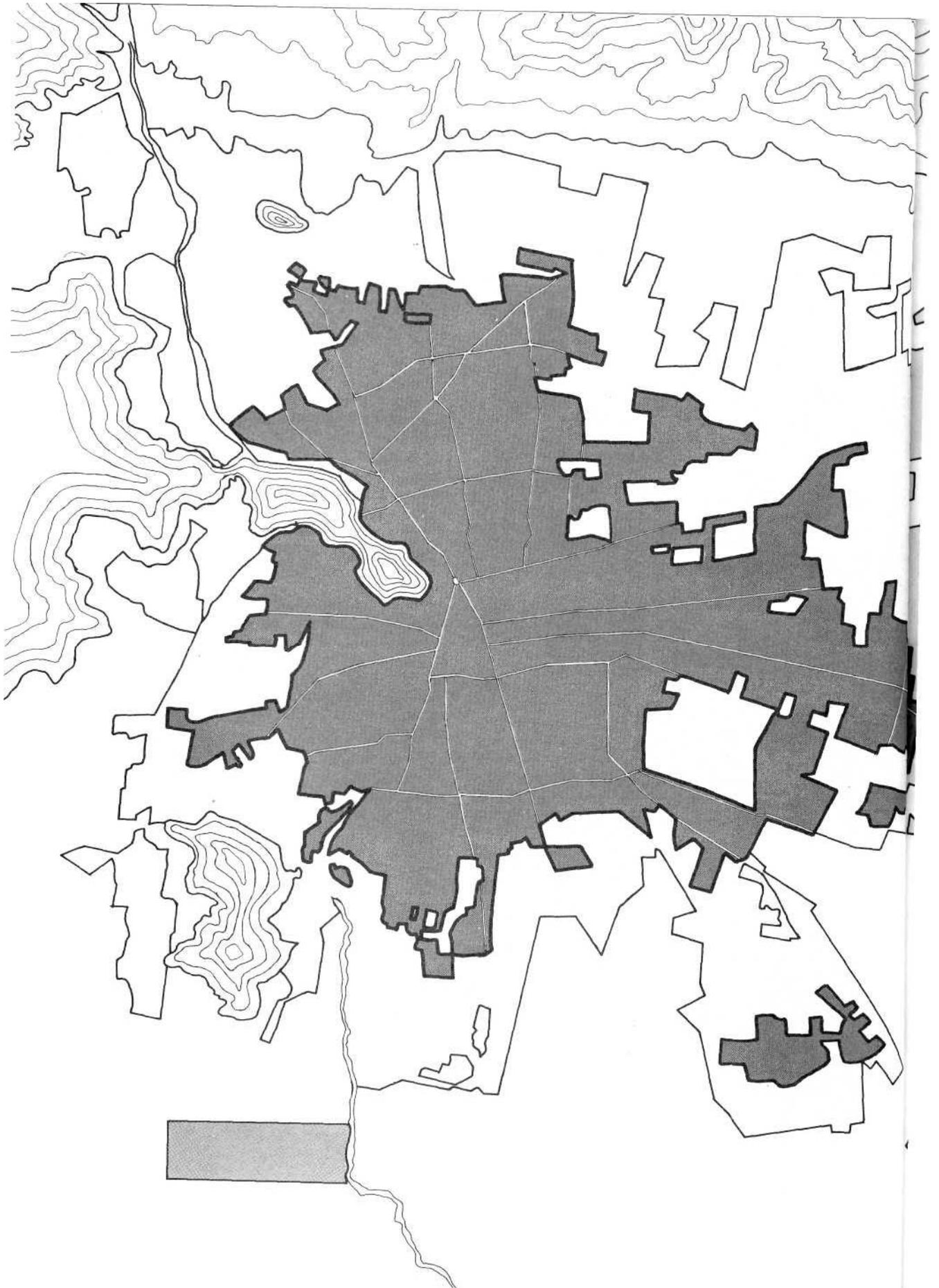
Dado que la incorporación de tierras a usos urbanos ha estado determinada por las necesidades internas de crecimiento de la ciudad y no por las necesidades de protección del entorno natural o la preservación de los suelos agrícolas, las perspectivas futuras del proceso de utilización de tierras agrícolas en el Área Metropolitana de Santiago no son muy alentadoras. Considerando la calidad de los suelos agrícolas incluidos en el Área de Expansión Urbana designada por los instrumentos vigentes de regulación urbana, se tiene que de las 25.000 hectáreas de suelo posibles de incorporar a usos urbanos, más del ochenta por ciento

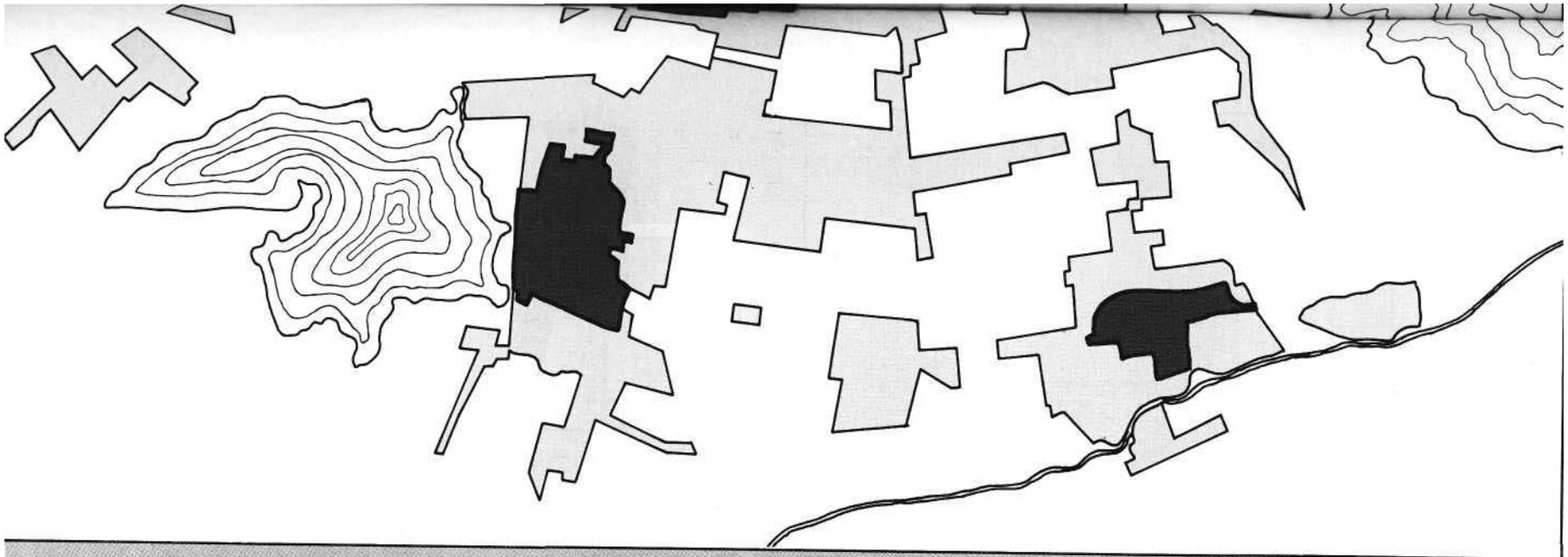
Corresponden a tierras con potencial agrícola. Al igual como ocurrió con el crecimiento histórico de los últimos veinticinco años, en el futuro prácticamente el sesenta por ciento de la expansión urbana de Santiago tendría lugar sobre suelos de las clases de mayor productividad agrícola (clases Ir y IIr); más aún, un cuarto de la expansión urbana tendría lugar sobre suelos clase Ir, disminuyendo en un cinco por ciento adicional la disponibilidad de estos suelos en el país.

Aunque en términos cuantitativos el suelo urbano represente una proporción muy pequeña del territorio nacional y comparativamente la acelerada expansión de ciudades como Santiago no representen variaciones significativas en las proporciones de suelos destinados a usos rurales o urbanos, el impacto cualitativo de este crecimiento, al estar ligado a condiciones locales, puede tener efectos muy importantes sobre la dotación de recursos. Como se muestra en el análisis precedente, aunque el crecimiento de la superficie de Santiago de los últimos 30 años consumiera sólo un 0,04 por ciento del territorio continental del país, ha usado casi exclusivamente tierras agrícolas de buena calidad, significando una reducción de un dos por ciento de la disponibilidad de las mejores tierras agrícolas.

El Área Metropolitana de Santiago está asentada sobre un recurso escaso; por consiguiente, debería ser tratado como tal regulando su uso según el mejor interés nacional, evitando las distorsiones y problemas que genera la operatoria de las tendencias espontáneas del desarrollo urbano.







CRECIMIENTO URBANO DEL AREA METROPOLITANA DE SANTIAGO, 1955-1980



Superficie urbana 1955



Avance urbano entre 1955 y 1980

UTILIZACION DE SUELO AGRICOLA POR CRECIMIENTO URBANO DEL AREA METROPOLITANA DE SANTIAGO 1955-1984							
Período	Superficie urbana al fin del período (há)	UTILIZACION DE SUELO AGRICOLA					
		Total (há)	Suelo de Riego				Suelo de Secano (há)
			I	II	III	IV	
— 1955	18.418						
1955 — 1959	21,062	2.644	836	574	1.226	8	—
1960 — 1964*	21.401	339	213	33	93	—	—
1965 — 1969	30.672	9.271	4.001	1.599	3.125	546	—
1970 — 1974	41.093	10.420	2.484	2.562	3.816	178	1.380
1975 — 1979	50.345	9.252	1.875	4.279	1.858	400	840
1980**	76.173	25.828	6.741	8.740	6.636	643	3.068

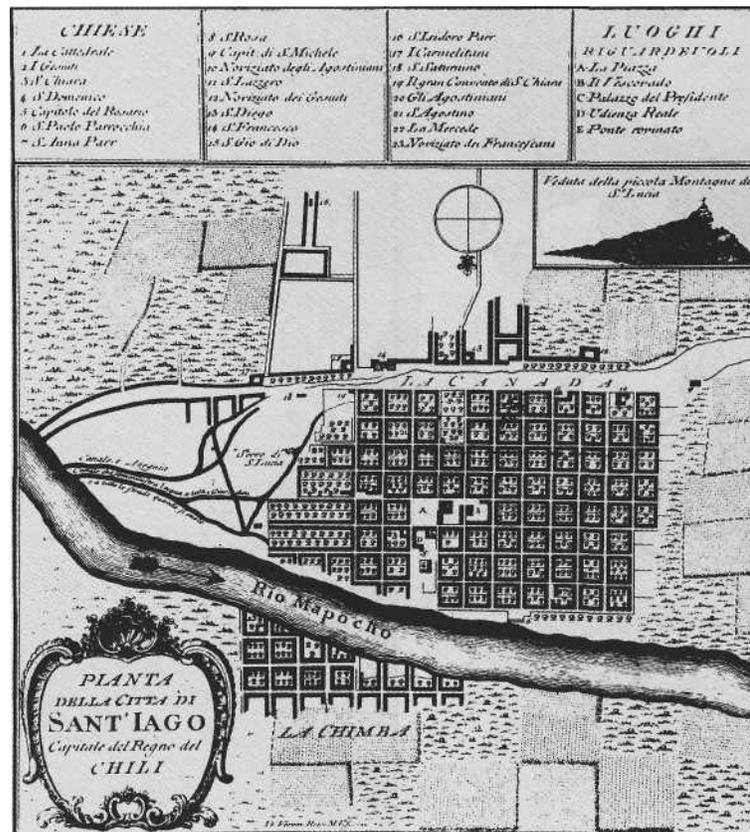
* Información Incompleta.

** Incluye suelo agrícola susceptible de ser urbanizado según las disposiciones del Decreto 420 de Vivienda y Urbanismo de 1979.

Fuente :

— Mewes, F, "Evaluación Económica de los Suelos Agrícolas Regados Perdidos por Crecimiento Urbano en el Gran Santiago entre 1955-1975", Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, 1976. (Tesis de Grado),

— Cálculos propios con base en fotografías aéreas y datos del "Estudio del Plan Maestro de Alcantarillada de Santiago". EMOS, 1983, elaborado por COYME y BELLIER, Consultores.



Parece, entonces, necesario volver a destacar aquí, en un lenguaje muy directo, algunas de estas verdades que los profesionales y técnicos también contribuimos a ocultar cuando abusamos de los términos más científicos. En América Latina la tendencia a la concentración poblacional en las ciudades capitales se presenta hoy como un fenómeno urbano incontrolable. La consecuencia más grave de este fenómeno es el alto grado de deterioro ambiental que afecta a un porcentaje muy elevado, y aun creciente, del territorio y de la población de cada ciudad capital.

Puede, entonces, afirmarse que la característica más generalizada y más importante que define a estas ciudades en América Latina es su condición de 'Ciudades Pobres'. Puede también afirmarse, si se quiere estudiar las verdaderas raíces del creciente problema del medio ambiente urbano, que su primera causa se encuentra en la 'Pobreza Urbana'.

Son muchos los estudios y publicaciones recientes que analizan las situaciones de la pobreza en América Latina y, en general, en su medio urbano. Entre estos trabajos, a nivel continental, se destaca por su aproximación positiva el estudio de CEPAL, con asistencia del PNUD y del UNICEF, sobre la 'Pobreza Crítica en América Latina'⁶.

Para el estudio de la situación chilena, el más valioso aporte ha sido el del 'Mapa de la Extrema Pobreza en Chile'⁷, realizado en conjunto con ODEPLAN y la Escuela de Economía de la Universidad Católica de Chile. De estos dos valiosos estudios, sólo se pretende destacar a continuación algunas cifras que, por su relevancia, pueden servir como señales de alerta para generar una conciencia colectiva que no sólo conozca, sino que, además, sienta y se responsabilice de las situaciones de pobreza crítica, a nivel continental y nacional.

Indicadores Relevantes de la Pobreza Crítica en América Latina.

- Sólo el 5 por ciento de la población total recibe un 30 por ciento del ingreso total en el área.
- En 1978 se estimó que un 35 por ciento de la población —aproximadamente 105 millones de personas— vive en condiciones de pobreza crítica en la Región.
- Los porcentajes más agudos de pobreza crítica se establecen en Haití y Honduras donde se superaba el 70 por ciento de la población en estas condiciones.
- La situación más favorable se da en Argentina, con sólo un 3 por ciento de la población en pobreza crítica.
- El 40 por ciento de la población en pobreza crítica en América Latina es urbana.

Indicadores Relevantes de la Pobreza Crítica en Chile⁸-

- En 1970, el 21 por ciento de la población nacional —aproximadamente 1.916.000 habitantes— vivía en situaciones de pobreza crítica.
- Basta referirse al incremento de los índices de cesantía que ha sufrido el país en estos últimos años para visualizar el incremento proporcional que puede haber sufrido, hasta hoy, este dramático indicador de nuestra verdad como sociedad pobre.
- De la población nacional menor de 16 años, el 50 por ciento vive en pobreza crítica.
- El 67,8 por ciento de la pobreza crítica en Chile es población urbana.
- En las 3 principales ciudades del país, gracias a las mejores condiciones de equipamientos y servicios urbanos y a la mayor oferta de trabajo, se dan los menores índices nacionales de habitantes en pobreza crítica dentro de cada ciudad, pero al mismo tiempo, se contabiliza la mayor concentración de habitantes en extrema pobreza, como se resume en la Tabla 9.1.



Terrenos Baldíos y en Deterioro. En el área consolidada del Gran Santiago, de aproximadamente 50.000 há, podemos estimar que un 25 por ciento correspondería a calles y veredas pavimentadas y un 35 por ciento correspondería a la ocupación del suelo por edificación; el 40 por ciento restante correspondería a terrenos libres: antejardines y jardines o patios interiores.

Este 40 por ciento se podría distribuir en un 4 por ciento en áreas urbanas modernas —Barrio Alto— y el 36 por ciento restante, en las áreas urbanas en deterioro. Se llega así a una estimación de 18.000 há de terrenos libres y en deterioro.

Estas 18.000 há, que en los planos de urbanismo suelen aparecer como áreas verdes, corresponden en una ciudad pobre a suelos eriazos —áreas grises— que, por su ubicación y el régimen de vientos de la ciudad, podríamos calificar como un eficiente productor de contaminación ambiental. Estas áreas grises son resultante de la imposibilidad que tiene una sociedad pobre en mantener un modelo urbano de 'Ciudad Jardín'.

La Movilización Colectiva Urbana. Otro indicador del deterioro urbano de Santiago, consecuencia de la falta de conciencia colectiva y de reacción social, es la irracionalidad del servicio público que debiera prestar el sistema de movilización colectiva urbana. Destacaremos sólo dos aspectos

Tabla 9.1. POBREZA CRITICA EN SANTIAGO, VALPARAÍSO Y CONCEPCIÓN			
	SANTIAGO	VALPARAÍSO	CONCEPCIÓN
Habitantes	3.400.000 Hab.	750.000 Hab.	660.000 Hab.
Porcentaje de la pobl. nacional	37%	8%	7,3%
Número total pobres criticos	650.000 *	115.000 *	130.200 *
Porcentaje de la pobl. Urbana en pobreza crítica	19,10%	15,3%	19,7%
Porcentaje pobreza crítica nacional	33,8%	6%	6,8%
* <i>Nótese que el número de pobres criticos en Santiago en 1970 era prácticamente igual a la población total de la tercera ciudad del país y el número total de pobres en Valparaíso y Concepción correspondía al de una ciudad secundaria importante.</i>			

de la escasa racionalidad del sistema, ya que cada uno de ellos puede ser calificado como un nuevo y eficiente productor de contaminación ambiental.

- **Irracionalidad de los Recorridos de Buses⁹.** En 1978, el 90 por ciento de los 306 recorridos pasaban por el Centro de Santiago, cuyo trazado de calles —de origen colonial— es completamente insuficiente para dar fluidez a esa presión vehicular, lo que produce atochamientos y contaminación ambiental en varios de sus componentes —atmósfera, ruidos, visión, peligrosidad, etc.
- Esta irracionalidad se agudiza cuando se construyen pasos bajo nivel como el realizado en la Alameda Bernardo O'Higgins, entre las calles San Diego y Bandera, o puentes, como el construido



en calle Recoleta con Santa María, con un diseño totalmente insuficiente para el flujo vehicular, y así, aquello que fue previsto como una inversión pública para el bien de la comunidad llega de hecho a transformarse en una eficiente fábrica urbana de contaminación ambiental.

- Otro aspecto de irracionalidad es la falta de solución integral al problema del paralelismo de los recorridos, primero entre las diferentes líneas de buses y taxibuses y luego entre éstas y el Sistema del Metro.

Los modelos extranjeros del pensamiento urbano

El mundo académico y el mundo profesional y administrativo de la gran ciudad latinoamericana aparecen, por lo general, muy comprometidos con los patrones científico-técnicos de sus respectivas culturas urbanas modernas¹⁰. Aún más, puede afirmarse que estos niveles de toma de decisión —los más influyentes en la ciudad moderna— son los responsables de la aplicación de aquellos modelos de desarrollo económico o urbano, que han ido conformando esa visión uniforme y extranjerizante del pensamiento y las políticas urbanas en la Región. Postulamos que "la historia de una sociedad puede leerse, sin equívocos, en la historia de su ciudad"¹¹.

Nos referiremos, entonces, a dos ejemplos tomados de esta lectura de nuestra historia social, o a algunos casos urbanos creados por la aplicación, sin una adecuada adaptación a las condiciones ecológicas locales, de modelos extranjeros de desarrollo:

Desprecio a los Recursos Naturales y a las Leyes de la Naturaleza. La deforestación de algunas hoyas geográficas, como las del Valle de Santiago de Chile y de Viña del Mar-Valparaíso, sumada a la irrestricta urbanización posterior de los cauces naturales de esas hoyas y de sus laderas vecinas —de fuertes pendientes—, explican las catástrofes urbanas de las grandes inundaciones en el Barrio Vitacura, en Santiago, en junio de 1982, y en el Barrio de Reñaca, en Viña del Mar, en julio de 1984. En estos dos casos urbanos quedó de manifiesto el peligro que, para el medio ambiente urbano, implica seguir modelos de desarrollo inspirados sólo en el respeto a las leyes del mercado, sin considerar que por sobre ellas están y estarán siempre las inmutables 'leyes de la naturaleza local'.

El Modelo Urbano de la Ciudad Jardín Sajona. Todas las normas legales de desarrollo urbano chilenas imponen condiciones de urbanización con áreas verdes, bandejones y antejardines, públicos y privados, donde se pretende ver crecer esos generosos verdes prados regados y mantenidos por las abundantes y constantes lluvias del mundo sajón, donde se originó el modelo de la 'Ciudad Jardín'.

La imposibilidad generalizada de financiar el costo de la infraestructura de mantención y regadío de esas generosas áreas verdes de nuestros Planes Reguladores en un régimen de lluvias de clima árido-desértico y semiárido —existente en Chile hasta el paralelo 38° Sur— transforma, dentro de la realidad de la 'Ciudad Pobre', esas áreas en fuentes de contaminación ambiental y de deterioro urbano.

La ciudad colonial chilena, con sus espacios libres restringidos, secos y sombreados por portales, y la vivienda urbana tradicional, centrada alrededor de patios interiores con arborización adecuada, sigue siendo un ejemplo de una cultura urbana tradicional bien adaptada a la ecología local, que fue modernizada en desmedro del medio ambiente urbano.

Transporte urbano y medio ambiente

A la limitada capacidad y mala calidad del transporte público de las grandes ciudades latinoamericanas se agrega el problema de la congestión provocada por la repetición del modelo de vida urbana de los países altamente desarrollados, que multiplica aceleradamente el uso del automóvil particular en una red vial altamente insuficiente y cuyo mejoramiento escapa a las capacidades de inversión de los países de América Latina. En Santiago, el crecimiento del parque automotriz del orden del 10 por ciento anual en el período recién pasado generará —según previsiones— más de seis millones de viajes diarios en los próximos años, provocando un impacto cada vez mayor sobre la infraestructura.

Aun cuando los fenómenos ambientales están por su propia naturaleza profundamente interrelacionados, las previsiones para evaluar algún sector, como sería el caso del transporte, no pierden validez, en la medida que incorporen una visión global del medio ambiente e intenten una vinculación de los aspectos parciales con el resto de las variables intervinientes y sus efectos.

Los impactos ambientales del transporte, es decir, la forma como una gestión irracional ha llevado a deteriorar o alterar los niveles de calidad de vida, deben ser evaluados a través de instrumentos que tengan por función detectar los efectos que la conducta de un determinado elemento o conjunto de ellos está produciendo en un ámbito definido. Ello exige el conocimiento de la naturaleza, la estructura y el funcionamiento del sistema, como asimismo el de la cadena de sus relaciones de interdependencia, para poder establecer las causas de los

impactos producidos y, en definitiva, producir las medidas rectificadoras mediante la manipulación racional del sistema.

Las consideraciones anteriores han llevado a diseñar una 'Matriz de Impactos Ambientales del Transporte'. Como puede apreciarse, en la parte inferior de ella se entregan los distintos elementos negativos de cada componente del sistema de transporte urbano que, a nuestro juicio, generan sus principales problemas de funcionamiento. A su vez, en la parte superior de la matriz, se enumeran los diferentes efectos del sistema de transporte. Como puede apreciarse, la gran cantidad de posibles efectos torna engorrosa su medición y, en algunos casos, ello es prácticamente imposible.

Ahora bien, como es la combinación y sumatoria de estos aspectos, lo que configura los problemas ambientales del transporte, el haber podido resumirlos en seis: congestión vehicular, congestión peatonal, contaminación atmosférica, contaminación acústica, falta de condiciones de seguridad y deterioro físico abre la posibilidad de efectuar el diagnóstico con mediciones más expeditas, fáciles y continuas, con la finalidad de adoptar medidas conectoras de gestión.

En efecto, la matriz así definida posibilita el conocimiento de los problemas ambientales del transporte con un número reducido de indicadores de relativamente fácil y poco onerosa medición, estableciendo la intensidad del problema por la vía de los estándares de evaluación. Esperamos que, al identificar en la matriz las causas de cada problema, mediante la corrección de éstas, sea posible disminuir los efectos que el sistema de transporte provoca en el medio ambiente urbano.



X = VALOR PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE LA VARIABLE EN EL CONJUNTO DE LOS PROBLEMAS. IMPORTANCIA DE LA VARIABLE										
Obsolescencia mecánica	X									
Falta mantenimiento de los vehículos				X	X	X	X	X	X	X
Tamaño y peso inapropiado	X		X							
Diseño inadecuado del vehículo	X									
Nocividad de la tecnología					X					
Señalización inadecuada	X				X				X	
Falta de estacionamientos					X					
Mala localización estacionamientos	X									
Mala distribución paraderos	X			X						
Mala localización accesos Metro				X						
Mal estado pavimentos	X			X					X	
Dimensiones inadecuadas	X			X	X					
Cruces y nudos viales no resueltos	X									
Sistema de cobro inadecuado	X				X				X	
Destino inapropiado de vías	X			X						X
Falta capacitación del conductor	X				X				X	
Irracionalidad recorridos locomoción	X			X						
Irracionalidad sentido tránsito	X									
Falta regularización velocidades					X				X	
Falta educación peatón	X			X					X	
	100%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
MATRIZ DE FENOMENOS CAUSALES DEL PROBLEMA										

VARIABLES DEFICITARIAS

Gran ciudad y convivencia de dos culturas

Así como en el espacio urbanizado del Gran Santiago se pudo comprobar la existencia de dos ciudades con muy diferente grado de desarrollo, situación que posteriormente se llegó a reconocer, en su alcance nacional, en el 'Mapa de la Extrema Pobreza en Chile'¹², se reconoce también la convivencia de dos culturas urbanas muy diferenciadas, en la gran ciudad en Chile y, en general, en América Latina.

En las pequeñas islas modernas de la gran ciudad puede constatarse, como resultado de una política económica de apertura a las importaciones irrestrictas, una fuerte acentuación de la cultura urbana de consumos y de modos de vida similares a los que se dan en las sociedades urbanas del mundo occidental capitalista. Los sectores pobres de las grandes 'Ciudades Pobres' muestran, por el contrario, su mantenido apego a ciertos patrones de valores y comportamientos sociales, que siguen siendo los que definió una antigua tradición local.

Para mejor comprensión de las proyecciones que tiene sobre la vida urbana —y por lo mismo sobre su medio ambiente— conviene precisar qué entendemos por cultura. Aceptando el postulado del 'Documento de Puebla'¹³: "Cultura es el conjunto de valores que animan la vida de un pueblo, y de desvalores que la debilitan, y que, al ser compartidos en común por todos sus miembros, los reúne en base a una misma conciencia colectiva".

De la lectura de nuestra historia, en la expresión objetiva que da la evolución de nuestra ciudad capital, se verifica, por encima de las influencias perniciosas de modelos de desarrollo inadecuados a nuestra ecología local, un pensamiento urbano que no ha querido aceptar la verdad de la 'Ciudad Pobre' con sus valores y desvalores, y que ha optado, durante los últimos 45 años, por políticas urbanas que no han logrado realizar el necesario diálogo intercultural, entre la cultura oficial moderna y la cultura tradicional del mundo de la pobreza urbana.

El avance de esta lectura de la historia urbana chilena ha permitido distinguir y tipificar la formulación de cuatro sucesivas políticas urbanas con las que el Estado ha pretendido, en los últimos 45 años, encarar, desde las posiciones ideológicas más diversas y hasta contradictorias, el desafío creciente de la 'Ciudad Pobre' en nuestro país:

- Desde 1939 hasta 1964 las políticas se insertan, en una economía mixta, con un mayor o menor grado de participación estatal durante cinco gobiernos sucesivos. Esta política urbana se caracteriza por el desarrollo de planes habitacionales tradicionales, a través de dos organismos estatales paralelos —la Corporación de la Vivienda y la Fundación de Viviendas de Emergencia—, diferenciadas por la capacidad de pago dentro del mercado formal de oferta de viviendas que atendían, y por la orientación paternalista. Sin embargo, desde nuestro punto de vista de análisis, debemos reconocer que, en la práctica, ignoró el carácter masivo de la pobreza urbana.

- Entre 1964 y 1970 se mantuvo la misma estructura institucional anterior—aunque la CORVI derivó en el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo—, dentro de un contexto también similar de economía mixta, favorecedora del desarrollo económico de la actividad de la construcción. Introdujo, sin embargo, en sus planes habitacionales dos innovativos canales de diálogo con el mundo de la pobreza urbana: las 'Operaciones Sitio' y el apoyo a las organizaciones sociales intermedias, por la Ley de Juntas de Vecinos, y, en general, por una coordinación de la acción estatal, a través de la Oficina de Promoción Popular. Debe reconocerse que esta búsqueda del diálogo intercultural para mejorar las condiciones del asentamiento humano de las mayorías sólo alcanzó resultados menores. Es de destacar como experiencias positivas las operaciones urbanas realizadas en la comuna de La Reina¹⁴.

- Entre 1970-1973 se mantiene en los planes habitacionales la misma estructura institucional anterior, si bien se postula un mayor grado de participación estatal.

Esta política buscó profundizar el diálogo intercultural ya iniciado, pero, debido al compromiso prioritariamente ideológico de quienes representaban la voz institucional¹⁵, el argumento procuró lograr objetivos políticos muy generales, más que promover la participación popular en operaciones urbanas específicas, consideradas por el mundo de la pobreza como impostergables. Se generó, así, una creciente contradicción, tanto de lenguaje como de objetivos, que frustró en gran parte el diálogo buscado.

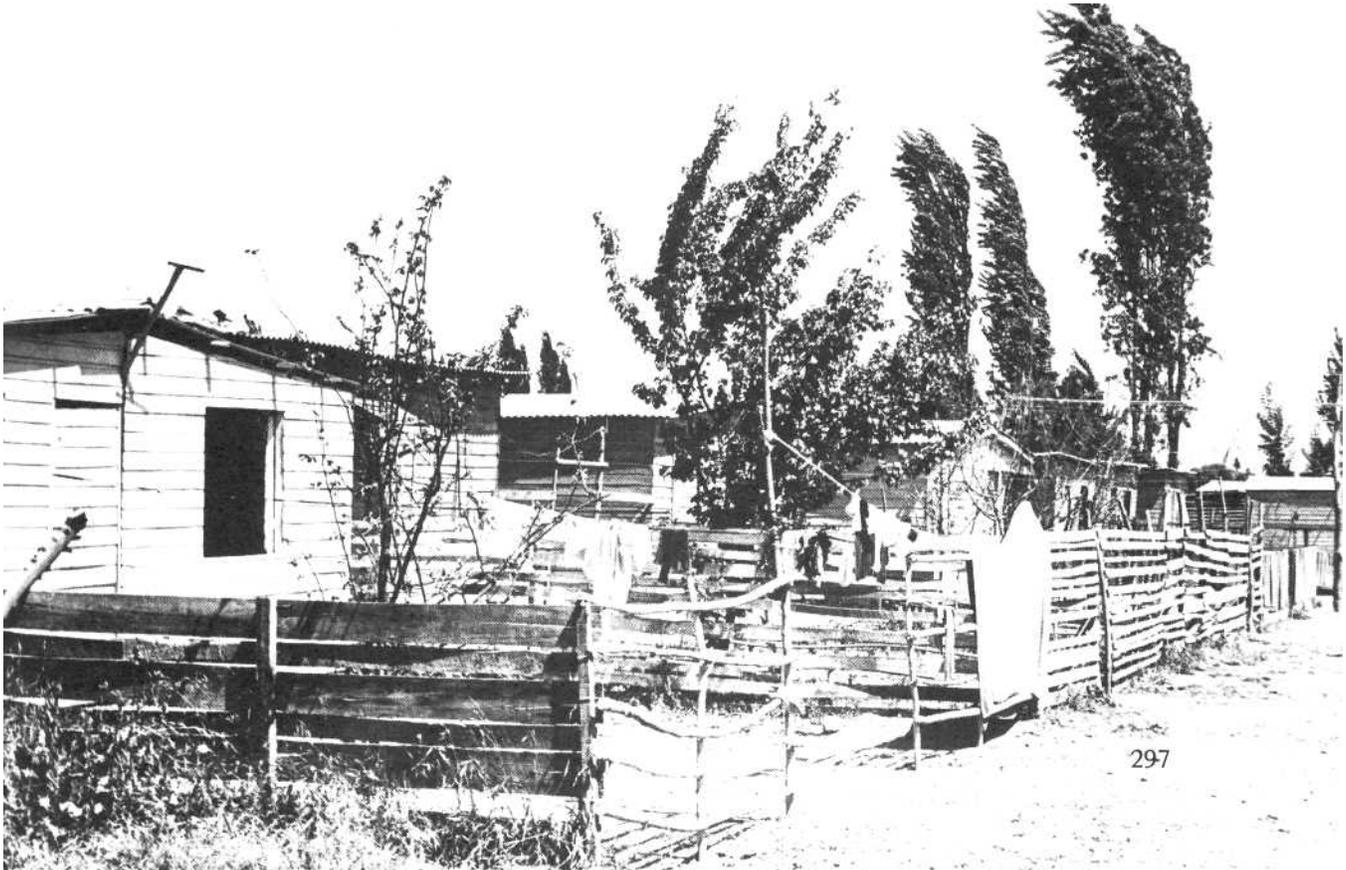
- Desde 1973 en adelante, en un contexto de economía neoliberal, se formulan políticas apoyadas en un rol subsidiario y decreciente del Estado en los planes habitacionales. Sin embargo, pese a la multiplicación de las voces institucionales que en esta política intentan continuar un diálogo intercultural con el mundo de la pobreza urbana, y pese a un innovativo sistema de subsidios al comprador de viviendas, debe reconocerse que su normativa, adecuada sólo a un mercado formal, ha reducido este diálogo a gestiones más bien asistenciales.

Desafío: interrogantes para un equipo intercultural

De lo expuesto, podría desprenderse un balance negativo y pesimista sobre el futuro del medio ambiente, no sólo del Gran Santiago, sino también de todas las metrópolis y ciudades capitales en América Latina.

Pero si para crear señales de alarma, en procura de la formación de una conciencia colectiva en las sociedades urbanas de hoy, sobre la gravedad de la tendencia a su decadencia ambiental, se ha necesitado poner énfasis en situaciones críticas y hasta en absurdos de la administración de algunos servicios públicos urbanos importantes, nuestro estudio quedaría incompleto si no termináramos aportando algunas proposiciones para superar las situaciones urbanas descritas. Surge así la conveniencia de sintetizar en algunos interrogantes aquellas constataciones de este estudio que se consideran como las más influyentes, dentro de su limitado alcance:

- ¿Es posible encauzar en otro sentido la tendencia actual, aparentemente incontrolable, hacia la metropolitización en América Latina?
- ¿Es posible, por lo tanto, revertir la creciente decadencia ambiental que produce, como uno de sus más graves efectos, tal tendencia a la metropolitización?
- ¿Cómo establecer metodologías de estudio, de difusión y de administración de los planes urbanos del mundo profesional y administrativo moderno que se interrelacionen con la 'Cultura de



Percepción de los problemas ambientales urbanos: expertos y habitantes

Pese a la proliferación de estudios relacionados con los problemas ambientales urbanos, aún resulta difícil encontrar coincidencia entre las definiciones propuestas para delimitar su naturaleza o entre los patrones que se ha intentado aplicar para su evaluación.

En el origen de esta dificultad se pueden señalar, a lo menos, dos factores. Por una parte, la amplitud del concepto de medio ambiente permite que, bajo tal denominación, se incluya cualquier aspecto relacionado con el bienestar de la población. Por otra, la preocupación por el medio ambiente se ha originado en campos profesionales bastante variados, aportando cada uno diferencias significativas respecto a enfoque, conceptualización y énfasis.

Una circunstancia que afecta negativamente los mecanismos de decisión es la falta de criterios objetivos para apreciar la calidad de vida de los habitantes urbanos.

Buscando clarificar estos aspectos es que se han desarrollado en el Instituto de Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Cató-

lica de Chile dos investigaciones secuenciales que intentaban comparar las diferentes percepciones de los agentes que interactúan al interior de la ciudad.

En la primera de ellas, utilizando la técnica Delphi, para investigar problemas complejos y poco estructurados, se pudo decantar la visión de 88 expertos que conformaban un grupo pluridisciplinario de alta calidad y experiencia. En la segunda se encuestó, en forma directa, a 300 habitantes de sectores deteriorados de la ciudad.

El Cuadro que motiva estas líneas habla por sí solo y permite comparar el nivel de importancia asignado a los problemas por los teóricos que adoptan las decisiones, en oposición al que le otorgan aquellos que aparecen como los más desposeídos y de peores condiciones de vida.

El conocimiento de esta diferente valoración permitirá adoptar urgencias distintas a las que se deducen desde una perspectiva científico-técnica que si bien puede ser acertada en el largo plazo, sin duda que en el corto está sustantivamente desfasada.



**COMPARACIÓN DEL RANGO DE IMPORTANCIA DE VARIABLES
AMBIENTALES ASIGNADO POR EXPERTOS Y POR HABITANTES**

RANGO	IMPORTANCIA OPINIÓN EXPERTOS	Ubicación de la variable según habitantes	RANGO	IMPORTANCIA OPINIÓN HABITANTES	Ubicación de la variable según expertos
1	Escasez de vivienda	2	1	Falta de redes de alcantarillado	20
2	Contaminación atmosférica	13	2	Escasez de vivienda	1
3	Mala localización áreas industriales	No figuró	3	Falta de Pavimentación	26
4	Hacinamiento y promiscuidad	21	4	Falta de equipamiento policial	60
5	Falta de áreas verdes	14	5	Inadecuado sistema de recolección de basura	11
6	Falta de servicios en la vivienda	No figuró	6	Transporte público insuficiente	13
7	Mala conservación de áreas verdes	36	7	Deterioro de la vivienda	42
8	Contaminación de áreas de cultivo	No figuró	8	Insuficiencia de equipamiento de salud	12
9	Destrucción de los árboles de la ciudad	No figuró	9	Mala calidad de la construcción	44
10	Exceso de asentamientos provisionales	No figuró	10	Humedad del suelo	103
11	Inadecuado sistema de recolección de basuras	5	11	Iluminación pública insuficiente	64
12	Insuficiencia de equipamiento de salud	8	12	Presencia de bares y prostíbulos	52

AREA	PROBLEMA AMBIENTAL	VARIABLES	R A N G O				
			MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ECOLOGICOS	Contaminación del Aire	Cont. por actividad doméstica					
		Cont. por actividad industrial					
		Cont. por vehículos					
	Cont. Acústica	Cont. por actividad industrial					
		Cont. por vehículos					
	Cont. Olores	Loc. fuentes contaminantes					
	Destrucción Flora y Fauna	Modific. del suelo por cambio uso					
		Estado conserv. plazas y parques					
		Loc. y tipo de árboles					
	Falta de Adecuación a las Condiciones Climáticas	Estado y conservación árboles					
		Diseño adecuado red peatonal					
		Características de la construcción					
Existencia áreas verdes y esp. abiert.							
MORFOLOGICOS	Deterioro Imagen Urb. Central	Características edificación					
		Terrenos eriazos					
		Características de los cauces					
	Ilegibilidad	Existencia límites perceptuales					
		Existencia elementos reconocibles					
		Señalización					
	Pérdida Patrimonio Histórico-Simbólico	Estado conservación monumentos					
		Falta iluminación monumentos					
		Uso destinado de los monumentos					
Deterioro de la Edificación	Edad						
	Estado de la construcción						
	Material estructural						
	Altura						
Deterioro de las redes de Infraestructura	Agua potable						
	Alcantarillado						
	Electricidad						
	Gas						
	Comunicaciones						
		Estado y carencia de pavimentos					

PERFIL

FISICO - FUNCIONALES	Deterioro Red Vehicular	Eliminación de aguas lluvias					
		Calidad y dotación luz artificial					
	Deterioro Red Peatonal	Calidad y dotación mobiliaria urb.					
		Estado y carencia pavimentos					
		Calidad y dotación luz artificial					
	Congestión Vehicular	Intensidad flujos vehiculares					
		Estacionamiento en calzadas					
		Estado calzadas					
		Ancho de calzadas					
		Señalización del tránsito					
	Congestión Peatonal	Dimensión y calidad aceras					
		Intensidad flujos peatonales					
		Presencia de obstáculos en cauce					
	Inaccesibilidad	Calidad y trazado red viaria					
		Medios de locomoción					
		Disponibilidad estacionamientos					
	Falta Aseo Público	Extracción de basuras					
		Mobiliario urbano (basureros)					
		Intensidad de uso					
		Barrido de calles					
Deterioro de la Función Central	Intensidad de uso						
	Localización act. centrales compl.						
	Calidad servicios y equipamiento						
	Relación función-valor del suelo						
SOCIALES	Desvitalización Nocturna	Calidad y dotación de luz artificial					
		Existencia locales de diversión					
		Existencia vivienda					
		Densidad habitacional					
	Falta Cond. para la Interac. Soc.	Calidad y dotación mobiliario urb.					
		Existencia de espacios abiertos					
		Existencia de lugares de encuentro					
	Falta Cond. de Seguridad	Señalización del tránsito					
		Calidad y dotación luz artificial					
		Patología social					
	Tugurización	Segregación social					
		Vivienda inadecuada					
Infraestructura de redes.							

AMBIENTAL

Perfil ambiental

La necesidad creciente de introducir la variable ambiental en los planes y programas de desarrollo ha impuesto la importancia de realizar evaluaciones del impacto ambiental en todas aquellas obras o proyectos que tienen incidencia sobre el medio.

Los diversos métodos de evaluación del impacto ambiental elaborados a la fecha se centran en el espacio rural como ámbito de aplicación fundamental, por lo que la problemática urbana queda, en el mejor de los casos, como un aspecto residual sólo en cuanto pueda tener efectos en los recursos naturales y/o en el equilibrio ecológico.

Ello ha motivado a diseñar el perfil ambiental, modelo de evaluación y diagnóstico de la calidad ambiental en áreas urbanas —en especial en aquellas zonas donde los conflictos son más agudos— que involucra cuatro categorías de problemas.

- En primer lugar, los que pueden llamar se 'naturales', que incluyen todos aquellos agentes que, al relacionarse con determinados factores propios del componente natural —suelo, aire, flora, fauna—, provocan alteraciones a la composición normal de dichos elementos.
- El otro grupo de problemas es el 'físico-funcional', que reúne todos aquellos agentes que, interactuando con un sinnúmero de factores componentes del espacio adaptado y obras de transformación —calzadas, aceras, edificios, equipamiento, etc.—, derivan en problemas de deterioro y disfuncionalidades que alcanzan una clara expresión ambiental.
- Luego aparece la categoría 'morfológica' que, si bien corresponde a una disquisición que se realiza a partir de la anterior, el tratarla aisladamente permite otorgar el debido relieve a aquellos agentes que, al intervenir sobre diferentes factores del espacio adaptado, tienden a producir un menoscabo de la calidad perceptual

y de la lectura física que debe tener un área urbana.

- Por último, están los agentes que alteran los factores que definen el componente 'social', a través de variables tales como mortalidad, morbilidad, densidad, etc., cuyo objetivo es definir las características demográficas de la población, conjuntamente con algunas otras, tales como los estilos de vida o la organización social que otorgan una imagen de los factores que priman al tratar la vida en comunidad.

A partir de estas cuatro categorías esenciales, se han aislado veintiún problemas ambientales, que se incluyen en el perfil, identificando las variables que inciden en su configuración, con el fin de elaborar un diagnóstico y proponer acciones tendientes a superar los problemas, interviniendo sobre dichas variables causales.

La evaluación se realiza sobre la base de antecedentes empíricos para un área específica y con el conocimiento que se tenga de las características de dicha área. Esto, en virtud de la ausencia de estándares apropiados y de un sistema adecuado de información para la mayoría de las variables. Por ello es que, aún reconociendo sus limitaciones, se ha optado por una escala ordinal de evaluación consistente en cinco categorías que se definen apropiadamente: muy baja, baja, media, alta y muy alta, como forma de medición ambiental incorporada al perfil, expresándose en la línea vertical de éste el rango de variación alcanzado.

La elaboración del perfil ambiental, si bien no tiene pretensiones teórico-metodológicas que superen los marcos de estudios descriptivos, puede ser un aporte en cuanto permite visualizar en forma gráfica y sintética tanto el diagnóstico ambiental como la determinación de las variables que están incidiendo en el deterioro de un medio urbano específico.

la Pobreza', para aprovechar toda la riqueza de sus recursos de participación en la construcción de un medio ambiente urbano que sea también humano?

Sería una pretensión intelectual inexcusable pretender dar respuesta inmediata a tan complejos interrogantes. Interrogantes que, por lo demás, deberían ser completados previamente con aquellos otros que han de surgir de los demás estudios de las 10 áreas especializadas en que se está analizando hoy, en Chile, el vasto tema del medio ambiente¹⁶. Cada uno de ellos implica un verdadero desafío para un estudio de gran alcance, que deberán realizar no sólo equipos profesionales interdisciplinarios, sino equipos humanos interculturales para evitar fracasos como los señalados en el análisis histórico de las políticas urbanas de los últimos 45 años en Chile.

Al sostenerse el postulado que la metrópoli latinoamericana de hoy podría denominarse con mayor precisión 'Ciudad Pobre' en la historia de una sociedad pobre, puede decirse que se está comenzando a buscar un nombre para una nueva ciencia urbana. Sin embargo, este postulado sólo permite describir el escenario y los actores de un drama urbano, el de la decadencia ambiental, donde todos estamos hoy insertos: unos pretendiendo hacer de directores de escena; otros de decoradores, y la gran masa actuando como comparsas sin ningún control de su destino, en esa realista representación.

El gran desafío que se nos presenta es comenzar a escribir y diseñar en conjunto el nuevo texto de la historia del drama urbano, para poder lograr darle un final feliz.

Para encauzar los recursos de todos los que estamos comprometidos en este escenario de la vida urbana futura se necesita una nueva ciencia urbana y esta ciencia todavía no tiene nombre. ¿Será la ciencia del medio ambiente, del medio humano, de los asentamientos humanos o del habitat?*

El nombre no puede avanzarse todavía. Será resultado de la síntesis de los trabajos de esos futuros equipos interculturales —entre países y dentro de cada país— que acepten con responsabilidad, y basados en la verdad, el desafío de Inventarlo, y esto con la urgencia que el drama urbano actual nos está exigiendo si queremos evitar el final trágico, al que las tendencias parecen arrastrarnos.

Algunos aportes para una nueva ciencia

Tomando en consideración la urgencia que nos plantea el drama de la decadencia urbana, nos atrevemos a proponer algunas alternativas de respuestas a las interrogantes recién planteadas, como aportes para construir y nombrar a la nueva ciencia urbana que la sociedad espera:

Una Metodología de Planificación Urbana-Regional para Situaciones de Pobreza Crítica. De un estudio anterior, presentado en el 'Seminario Internacional sobre Desarrollo y Pobreza Urbana', realizado en la Universidad Federal de Pernambuco, en Recife, en 1978,¹⁷ se pueden sintetizar las siguientes bases metodológicas:

- El trabajo del planificador urbano-regional es formular una adecuada 'Pedagogía Social', para encauzar la potencialidad de todos los recursos existentes hacia los objetivos de un equitativo desarrollo integral.
- Dentro de un esquema flexible de metas globales, todo plan debe construirse en el tiempo y en el espacio, mediante objetivos y programas factibles en el corto plazo, presentados en un lenguaje directo, ampliamente comprensible, usando los medios masivos de comunicación social —en especial la televisión y la radio— para lograr los tres pasos de la participación en todos los niveles sociales: Información — Motivación — Concertación. Entre éstos, el más importante es el de

La Conferencia Mundial de las Naciones Unidas, celebrada en Estocolmo en junio de 1972, fue citada para estudiar el Medio Humano. El Organismo Internacional que ahí nació se llamó "Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente" -PNUMA-. La Conferencia Mundial de las NU celebrada en Vancouver, en junio de 1976, fue citada para estudiar "Los Asentamientos Humanos". El Organismo Internacional que ahí nació se llamó HABITAT.

la Motivación, sin la cual no se despierta la sinergia* —fuerzas sociales y valores éticos internos—, en una sociedad.

- Cualquier teoría o modelo usado como inspiración o referencia por el planificador deberá ser adecuada a la realidad ecológico-cultural de cada situación, buscando aprovechar las técnicas apropiadas que en ellas se han experimentado tradicionalmente¹⁸.

Una Regionalización Basada en la Localización del Trabajo. En estudios anteriores se postula que "es el trabajo lo que explica y justifica todo asentamiento humano y, en especial, la existencia de la ciudad"¹⁹.

Parece evidente que el pueblo nómada de la antigüedad se estableció en permanencia en un lugar por exigencias del trabajo agrícola y que, posteriormente, puede establecerse con facilidad, en la historia de las ciudades, toda una clasificación en función del tipo de trabajo que las originó, o que luego prevaleció con la evolución de las técnicas de producción.

Se han experimentado, en las últimas décadas, en las naciones ya desarrolladas y en desarrollo, en el mundo capitalista o socialista, diversas políticas de regionalización para encauzar racionalmente las tendencias a la metropolización, todas apoyadas en la localización del trabajo y del empleo. Son dignos de análisis los resultados de la regionalización a base de polos de desarrollo realizada en Francia, en la década de 1950, experimentada luego, con una proyección continental, en la República Popular China, en las década de 1960-70; su más reciente interpretación, mediante la urbanización extensiva del campo, realizada en Cuba, a partir de 1965, apoyada en 100 centrales azucareras distribuidas en todo ese país²⁰.

Estos ejemplos de experiencias de políticas de regionalización, en otras realidades ecológico-culturales, permiten destacar ciertas condiciones básicas para dar respuesta adecuada al intercambio de la metropolización urbana:

- La determinante fundamental del esquema nacional de regionalización es la relación entre la localización del trabajo-empleo y de los recursos de cada región.
- La motivación que asegura la participación comprometida de la sociedad en la gran causa nacional de la regionalización es creada por una acción política del Estado, a la que se le otorga una primera prioridad dentro de la vida nacional²¹.

Si analizamos la experiencia de 'Regionalización', prioritariamente administrativa, realizada en Chile²², sin debida consideración a estas dos condiciones básicas de una regionalización basada en la localización del trabajo, y motivada y apoyada como una causa nacional de trascendencia, se podrá comprender su escaso impacto en el proceso todavía creciente de la metropolización de Santiago.

Cooperación Técnica Horizontal** Así como se han señalado los riesgos y las consecuencias negativas del uso de modelos y teorías urbano-regionales, adoptados sin la necesaria adecuación a las condiciones ecológico-culturales de cada situación local, así debe también señalarse el casi nulo aprovechamiento del recurso rico de las experiencias del tratamiento de casos urbanos, en países y sociedades con tradiciones culturales y medios físico-ambientales muy similares.

Se ha podido constatar cómo se aplican políticas urbanas o experiencias tecnológicas específicas, en unos casos repitiendo errores ya demostrados, y en otros, partiendo de cero, en caminos que ya están avanzados, con buenos resultados en otros centros de investigación del mismo país, o lo que es más usual, de países vecinos en la misma Región²³.

En el catastro de las experiencias de tecnologías apropiadas, que por encargo del PNUMA y CEPAL, se realizó en el Cono Sur de América Latina²⁴, se comprobó, dentro de investigaciones relacionadas con la formulación de esa nueva ciencia del medio ambiente o del habitat, el siguiente número de importantes investigaciones y experiencias que se realizan simultáneamente en los principales centros de estudios superiores y de investigación de la Región, sin ningún intercambio de información técnica horizontal entre ellas:

- *Confluencia de fuerzas.*

** *La realizada entre naciones en condiciones similares de desarrollo.*

- Veinticuatro investigaciones sobre sistemas de intercambio de información científica y técnica, de alcances nacionales y/o regionales;
- Quince sobre nuevas tecnologías de planificación urbano-regional;
- Doce sobre medio ambiente y planificación urbana;
- Quince sobre tecnologías de construcción aprovechando recursos locales de madera;
- Diez sobre tecnologías de construcción, de asismicidad y de impermeabilización de la masiva construcción en adobes en la Región;
- Nueve sobre sistemas de planificación y administración de los servicios de transporte urbano,
- Seis sobre sistemas nacionales y/o internacionales de modulación en el uso de los materiales de construcción.

La Participación Social. Al proponer una metodología apropiada para la planificación urbana regional de la nueva ciencia urbana por crear, ya se ha mencionado la importancia de la adecuada difusión de los planes, para lograr la información, motivación y participación de la comunidad afectada.

La generalidad de los estudios sobre pobreza crítica están centrados en las carencias de esas situaciones frente a ciertos estándares aceptados internacionalmente, como las cifras representativas de las condiciones mínimas para hacer habitable un asentamiento humano, y para asegurar la sobrevivencia de los que ahí se han instalado. Nuestras propias investigaciones de situaciones urbanas en condiciones de pobreza crítica²⁵, exigen completar la verdad sobre las sociedades urbanas pobres, con algunas señales de los recursos que en ellas existen y que, en general, quedan desaprovechados por su desconocimiento, o por falta de oportunidad para ser desarrollados.

- Solidaridad. La responsabilidad social en el mundo de la pobreza urbana hace de fuerza re distribuidora de los muy escasos ingresos y bienes, generando, primero, condiciones de equidad dentro del grupo humano en situaciones críticas y, luego, capacidades para auto-organizarse en iniciativas comunitarias destinadas a mejorar esa misma situación.
- Creatividad Técnica. Así como suele decirse que la necesidad crea el órgano, puede también afirmarse que, en el mundo de la pobreza urbana, la necesidad desarrolla el ingenio creativo para buscar soluciones prácticas, nacidas de la experiencia y de la intuición, muchas veces más adecuadas que las que se proponen desde el mundo de las profesiones y oficios técnicos.
- Energía Social. Coincidimos con los planteamientos desarrollados por el Grupo de Desarrollo Sinérgicos de San Carlos de Bariloche²⁶, es decir, coincidimos en que la suma de los recursos existentes en el 'Mundo de la Pobreza Urbana', ya señalados, generan una energía social —sinergia— que debe ser considerada como el factor potencial con mayor capacidad de superación de las situaciones críticas que ahí se presentan.

En la ponencia oficial presentada por Chile a la Conferencia Mundial sobre los Asentamientos Humanos —HABITAT—, celebrada en Vancouver en junio de 1976²⁷, se postuló el reconocimiento mundial del factor energía social, existente en el mundo de la pobreza, en los siguientes términos: "el recurso más rico de las naciones pobres y en desarrollo es el recurso humano libremente organizado".

La potencialidad ético-social de la cultura de la pobreza está, generalmente, desaprovechada por las políticas urbanas oficiales. Sin embargo, por la importancia que, sin duda, tendrá la participación de la comunidad en la práctica de la nueva ciencia urbana, agregamos en apoyo de estos argumentos los resultados de nuestras recientes investigaciones de cátedra²⁸. Se estudió en el terreno y luego se evaluó comparativamente, con equipos interdisciplinarios de alumnos y con participación intercultural de dirigentes poblacionales, elegidos por las comunidades afectadas, las experiencias del aporte de la participación popular libremente organizada en la superación de situaciones extremas de pobreza crítica, en 5 casos urbanos, en el Gran Santiago. Aunque esta investigación académica sólo está en sus comienzos, se ha podido ya comprobar el efecto multiplicador de la energía social y la racionalidad de las iniciativas de superación en aquellos casos urbanos donde se ha logrado desarrollar libremente una organización comunitaria. En aquellos casos urbanos donde predomina la acción administrativa municipal o estatal frente a una población participan-

El concepto de "Empresario Indirecto" y la gestión del medio ambiente urbano

Ciertamente lo propio de la empresa indirecta es el conjunto de principios y de condicionamientos de la conducta social e individual, y no los posibles problemas y defectos que ésta puede tener, ni menos la mayor o menor bondad de aquéllos. El concepto de empresario indirecto no involucra juicio de valor alguno, y mucho menos un juicio crítico: antes bien, podría implicar un reconocimiento de la bondad de la naturaleza social del hombre. En consecuencia, al no tener un signo valorativo, "el concepto de empresario indirecto se puede aplicar a toda sociedad" -LABOREM EXERCENS: 65.

La ciudad es una 'empresa indirecta', ya que "en el concepto de empresario indirecto entran tanto las personas como las instituciones de diverso tipo, así como también (...) los 'principios' de comportamiento, establecidos por estas personas e instituciones, que determinan todo el 'sistema' socio-económico o que derivan de él" —LABOREM EXERCENS: 64-. En consecuencia, asumiendo la naturaleza social del hombre, debe asumirse también la responsabilidad social: "la responsabilidad del empresario indirecto (...) es menos directa, pero sigue siendo verdadera responsabilidad: el empresario indirecto (...) condiciona de este modo el comportamiento del empresario directo (...). Esta constatación no tiene como finalidad la de eximir a este último de su propia responsabilidad sino únicamente la de llamar la atención sobre todo el entramado de condicionamientos que influyen en su comportamiento"—LABOREM EXERCENS: 64-65.

Así, pues, hay 'empresa indirecta' cuando, como en la ciudad, hay obra y gestión social; cuando, como en ella, influye la estructura económica y, a la vez, se actúa en ésta; cuando hay interdependencia consciente o inconsciente; cuando el trabajo humano es una "fuerza anónima" o un mero "instrumento de producción" —LABOREM EXERCENS: 26—; cuando cierto espontaneísmo urbano es resultante de la "libre concurrencia de las fuerzas" —QUADRAGESIMO ANNO, 88-; también cuando las relaciones individuales y comunitarias se regulan por "las mismas leyes que rigen las

fuerzas y los elementos irracionales del universo" -PACEM IN TERRIS, 6-; o bien cuando la ciudad se edifica y vive "de modo casi mecánico, por virtud exclusiva de las leyes del mercado" -MATER ET MAGISTRA, 11—; también hay empresa indirecta en "el materialismo colectivista que subordina la persona al Estado" —CELAM, 1979, 55-56-¹; en el trabajo social donde "el nombre se une a sus hermanos y les hace un servicio, puede practicar la verdadera caridad y cooperar al perfeccionamiento de la creación divina" —GAUDIUM ET SPES, 67—; hay también empresa indirecta cuando, como en la ciudad, los poderes públicos actúan efectivamente o actúan por omisión -SANTA SEDE, 1976, 16-².

Por esto, cuando Pablo VI afirma que la urbanización trastorna "el marco mismo de la comunidad cristiana" —OCTOGESIMA ADVENIENS, 10-, o cuando el CELAM constata "el desequilibrio o asimetría entre el cristianismo de las personas y la deshumanización de las estructuras sociales y económicas que dominan la ciudad" -CELAM, 1982: 17-³, se está reconociendo que tanto la urbanización —proceso social- como estas estructuras -sociales en sí— no han sido cristianizadas. La empresa indirecta y su empresario —la sociedad, personas e instituciones— no han sido evangelizadas plenamente: el cristianismo no se ha hecho cultura ni ha informado los principios de comportamiento. La voluntad del Salvador de santificar a los hombres no aisladamente, sino en comunidad —LUMEN GENTIUM, 9- no se ha cumplido aún.

Frente al empresario indirecto global y también ante la empresa indirecta urbana, frente a los sistemas sociales y estructuras económicas, y también delante de los principios y normas culturales y las instituciones políticas, corresponde desarrollar la tarea de la evangelización: abriendo a Cristo todas "las puertas de los Estados, los sistemas económicos y políticos, los extensos campos de la cultura, de la civilización y del desarrollo" -JUAN PABLO II, 1979: 14-⁴. ¿Qué otra cosa significa esto sino la evangelización del empresario indirecto?

¿Qué otra interpretación, si no la de evangelizar la sociedad toda y sus instituciones, puede darse a las "cartas sobre el poder político, sobre la libertad humana, sobre la cristiana constitución de los Estados" - RERUM NOVARUM, 1- de León XIII? ¿Qué otra legitimidad y qué otro mandato, si no los que otorga el propio Dios, llevan a Pío XI a declarar: "Nos tenemos el derecho y el deber de juzgar con autoridad suprema sobre estas materias sociales y económicas"? - QUADRAGESIMO ANNO, 41-. Y a Pío XII y a Juan XXIII a reclamar "para la Iglesia la indiscutible competencia de juzgar si las bases de, un orden social existente están de acuerdo con el orden inmutable que Dios, Creador y Redentor, ha promulgado por medio del derecho natural y la revelación" -cit. en MATER ET MAGIS-TRA, 42—. Finalmente, toda la llamada doctrina social de la Iglesia, ¿acaso no se refiere a la cristianización de las instituciones, estructuras y relaciones sociales, económicas, culturales y políticas que Juan Pablo II conceptualiza como "empresario indirecto"?

La necesidad de evangelizar la ciudad se deriva del mandato de evangelizar a toda la humanidad y particularmente a toda comunidad. Esta primerísima misión del Pueblo de Dios, en el caso de la empresa urbana, parte del reconocimiento de que también la ciudad, como "toda la creación visible, todo el cosmos, sufre los efectos del pecado del hombre" -JUAN PABLO II,

1982: 3—⁵. Es el pecado del hombre —contra Dios, contra su prójimo y contra sí mismo— el que contamina todas las realidades temporales, también la cultura, los sistemas socioeconómicos y políticos; también entonces las empresas humanas, directas o indirectas.

En efecto, "la responsabilidad del empresario indirecto (...) es menos directa; pero sigue siendo verdadera responsabilidad" -LABOREM EXERCENS: 64-65-. Por lo tanto, las personas e instituciones que constituyen la empresa indirecta son, aunque menos directamente, ciertamente responsables del pecado que se da en ella y que se hace manifiesto en las diversas expresiones de la vida social.

En consecuencia, puede afirmarse que "la Iglesia discierne una situación de pecado social" -CELAM, 1979, 28- precisamente cuando el pecado humano se ha encarnado en las instituciones, valores y sistemas que constituyen la empresa indirecta. En otras palabras, cuando la responsabilidad del empresario indirecto es pecaminosa, hay pecado social.

De la evangelización del empresario indirecto depende el futuro de la Ciudad de Dios y de la ciudad humana: "el futuro de la humanidad depende, más que nunca, de nuestras opciones morales colectivas" —JUAN PABLO II, 1981: 16-18—⁶; de la moral de ese empresario.



te, no se comprobaron ni avances, ni sentido de compromiso con las iniciativas impuestas sin consulta, ni participación de los afectados. Se comprobó, igualmente, la importancia de la presencia de equipos profesionales incorporados totalmente a la cultura de la pobreza en término de servicio profesional —y no de mando— de una sociedad pobre.

Una reflexión final

En el desarrollo de este Capítulo, que pretende crear una conciencia colectiva sobre la importancia del medio ambiente urbano, y sobre la urgencia en llegar a dar nombre a la nueva ciencia urbana que deberá estudiarlo y manejarlo, ha estado presente, como un marco de referencia, la realidad ecológico-cultural de nuestra situación urbana, nacional y regional.

Aunque el tema específico de la cultura y el medio ambiente ha merecido muy justificadamente un desarrollo propio, nos parece adecuado reafirmar un postulado que engloba esta investigación en un enfoque de mayor amplitud.

Si la situación actual de metropolitización y de decadencia ambiental nos ha permitido afirmar que la gran ciudad latinoamericana y chilena deben hoy ser reconocidas como 'Ciudad Pobre' en la historia de una 'Sociedad Pobre', postulamos que, tras esa constatación, es, además, posible afirmar que la pobreza de nuestras ciudades y la pobreza de nuestras sociedades, son el resultado de nuestro insuficiente desarrollo cultural.

No puede sustentarse objetivamente que faltan recursos, ni siquiera en los países estadísticamente más pobres, para lograr un medio urbano que pueda también ser un 'medio humano'. Pero es posible relacionar decadencia urbana con la decadencia ética, tanto en la distribución equitativa de todos los recursos, como en el aprovechamiento de los recursos naturales de cada territorio específico.

Subdesarrollo puede ser caracterizado en nuestro enfoque humanista de la realidad estudiada, antes que nada como subcultura; y así, todos los factores estructurales o coyunturales, constitutivos del subdesarrollo —y, por lo mismo, de la decadencia ambiental— de nuestras ciudades capitales y metrópolis, pueden explicarse, por una incomprensión inicial y básica de esa dimensión en nuestra sociedad latinoamericana y chilena actual.

La redención de la materia, descontaminación cósmica, restauración cristiana

Todo cuanto existe, materia y espíritu, procede del Padre y fue dado al hombre. Todo cuanto existe, materia y espíritu, es redimido por Cristo: el hombre -todo el hombre, cuerpo y alma—, todos los hombres y todo lo que el Padre dio al hombre.

Cristo redime, junto al hombre, todo el universo; junto al espíritu, toda la materia, reordenando toda la creación. La ciudad material, fundada por el Padre y restaurada por Cristo, se hace material de la Ciudad de Dios.

Esta ciudad no sólo está constituida por una comunidad espiritual, sino también por la corporeidad humana. Esta ciudad no sólo es una sociedad humana, incluso corporal o carnal, sino también materia viva e inerte, tiempo y espacio. Es ciudad indisolublemente de Dios y del hombre, del espíritu y de la materia. Reúne toda la creación y la ordena a Dios. Pues "la obra redentora de Cristo, aunque de suyo se refiere a la salvación de los hombres, se propone también la restauración de todo el orden temporal (...) lo que Dios quiere es hacer de todo el mundo una nueva creación en Cristo" -APOSTOLICAM ACTUOSITATEM, 5—. "Junto con el género humano, también la creación entera, que está íntimamente unida con el hombre y por él alcanza su fin, será perfectamente renovada en Cristo (C f. Eph 1, 10; Col 1, 20; 2 Petr 3, 10-13)" -LUMEN GENTIUM, 48.

En efecto, "solamente dando muerte a lo que es viejo podemos alcanzar la nueva vida; esto vale primeramente para las personas, pero también tiene vigencia para los diferentes bienes de este mundo, que están marcados al mismo tiempo con el pecado

del hombre y la bendición de Dios" —AD GENTES, 8.

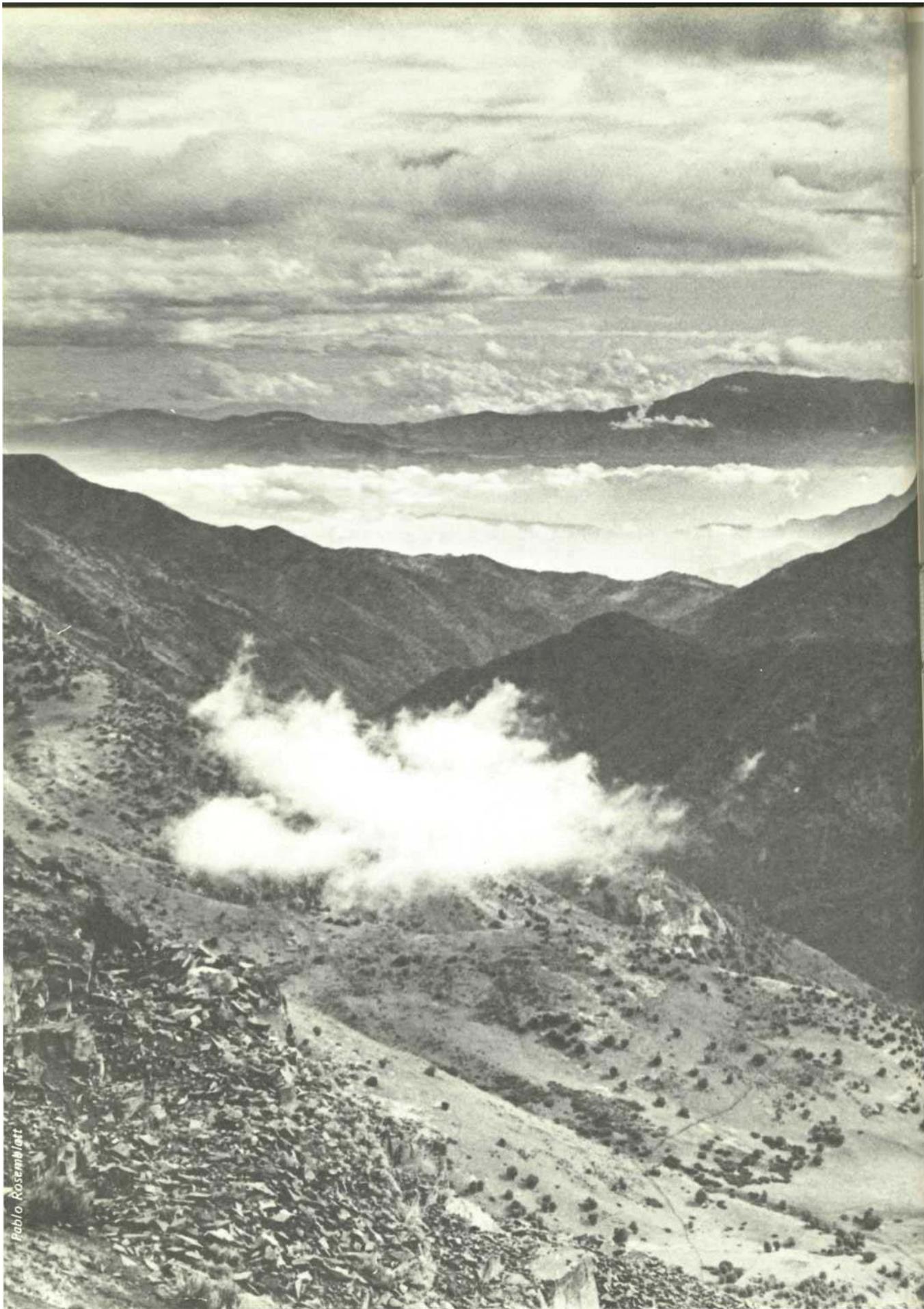
Pues Dios, "nos dice también la Biblia, 'miró cuanto había hecho y lo juzgó muy bueno' (Gen 1, 31)" -GAUDIUM ET SPES, 12—. En consecuencia, "el hombre (...) puede y debe amar las cosas creadas por Dios. Pues de Dios las recibe y las mira y respeta como objetos salidos de las manos de Dios" -GAUDIUM ET SPES, 37.

Sin embargo, el mismo Dios, que miró lo hecho y lo encontró bueno, juzgó y sentenció "Maldita la tierra en tu trabajo" -cit. en RERUM NOVARUM, 13-, reconociéndose así toda la creación contaminada por el mal del hombre: " 'Por ti será maldita la tierra' (Gen 3, 17)" -cit. en LABOREM EXERCENS: 101.

Porque " 'Escuchad y entended todos: nada que entre de afuera puede hacer al hombre impuro'... En cambio, 'todas las maldades salen de dentro y hacen al hombre impuro' (Mc 7, 14-15. 23)" -JUAN PABLO II, 1982a: 16⁻¹.

No es la materia la que hace pecar al espíritu, sino el pecado del espíritu el que afecta a la materia: "Toda la creación visible, todo el cosmos sufre los efectos del pecado del hombre" -JUAN PABLO II, 1982 b: 3⁻².

"La redención del cuerpo tiene su dimensión antropológica: es la redención del hombre. Y ésta se irradia, en cierto sentido, sobre toda la creación, la cual desde el principio ha sido vinculada de modo especial al hombre y subordinada a él (Cfr. Gen 1, 28-30). La redención del cuerpo es, pues, la redención del mundo: tiene una dimensión cósmica". -JUAN PABLO II, 1982 b: 3.



Pablo Rosemblatt

Por ello Dios vino "a recapitular toda la humanidad, con todos sus bienes" -LUMEN GENTIUM, 13—; "a instaurar todas las cosas en Cristo" -GRAVISSIMUM EDUCATIO-NIS, Proemio-; "de suerte que el que es creador de todas las cosas ha venido a hacerse 'todo en todas las cosas' —1 Cor 15, 28" -AD GENTES, 2-. Pues, "a su Hijo, por el que también hizo los siglos, le constituyó heredero de todas las cosas, a fin de restaurar todas las cosas en El" —AD GENTES, 3-. "El Padre amó tanto al mundo, que para salvarlo entregó a su Hijo (...) 'reconciliando por El todas las cosas, pacificándolas por la sangre de su cruz' (Col 1, 20)" -ADOMNES, 6.

Porque la redención del mundo tiene una dimensión cósmica, el Redentor ha señalado: "Id por el mundo entero a predicar el evangelio a toda criatura" —AD GENTES, 5—. Por ello "alégrense los cielos y goce la tierra, conmuévase el mar y cuanto lo llena; se alegrarán los campos y cuanto hay en ellos (Sal 95, 11-12)" -SAN FRANCISCO DE ASiS, Ofp, Salmo 7, 4-. " 'Y todas las criaturas' del cielo y de la tierra, 'y las que están bajo la tierra y el mar', y todo lo que hay en él (Cf. Ap 5, 13)" -SAN FRANCISCO DE ASiS, AIHor, 8-. Por ello, "loado seas, mi Señor, por nuestra hermana la madre tierra, la cual nos sustenta..." —SAN FRANCISCO DE ASiS, Cánt, 9.

Así, entonces, la materia, creada bendita por el Padre, hecha maldita por el pecado del hombre, es nuevamente consagrada por

el Hijo, que restaura todas las cosas, reordena toda la humanidad con todos sus bienes. La materia no hace impuro al hombre, por el contrario, "la abundancia de los bienes del cuerpo y externos (tienen un uso) necesario para que se actualice el acto de virtud" -RERUM NOVARUM, 25-. Por ello, por Cristo, la tierra, maldita, se redime también con el trabajo del hombre, "y el pan que de ellos resulta se hace cosa sagrada para la mesa y el altar" -ECCLESIAM SUAM, 51.

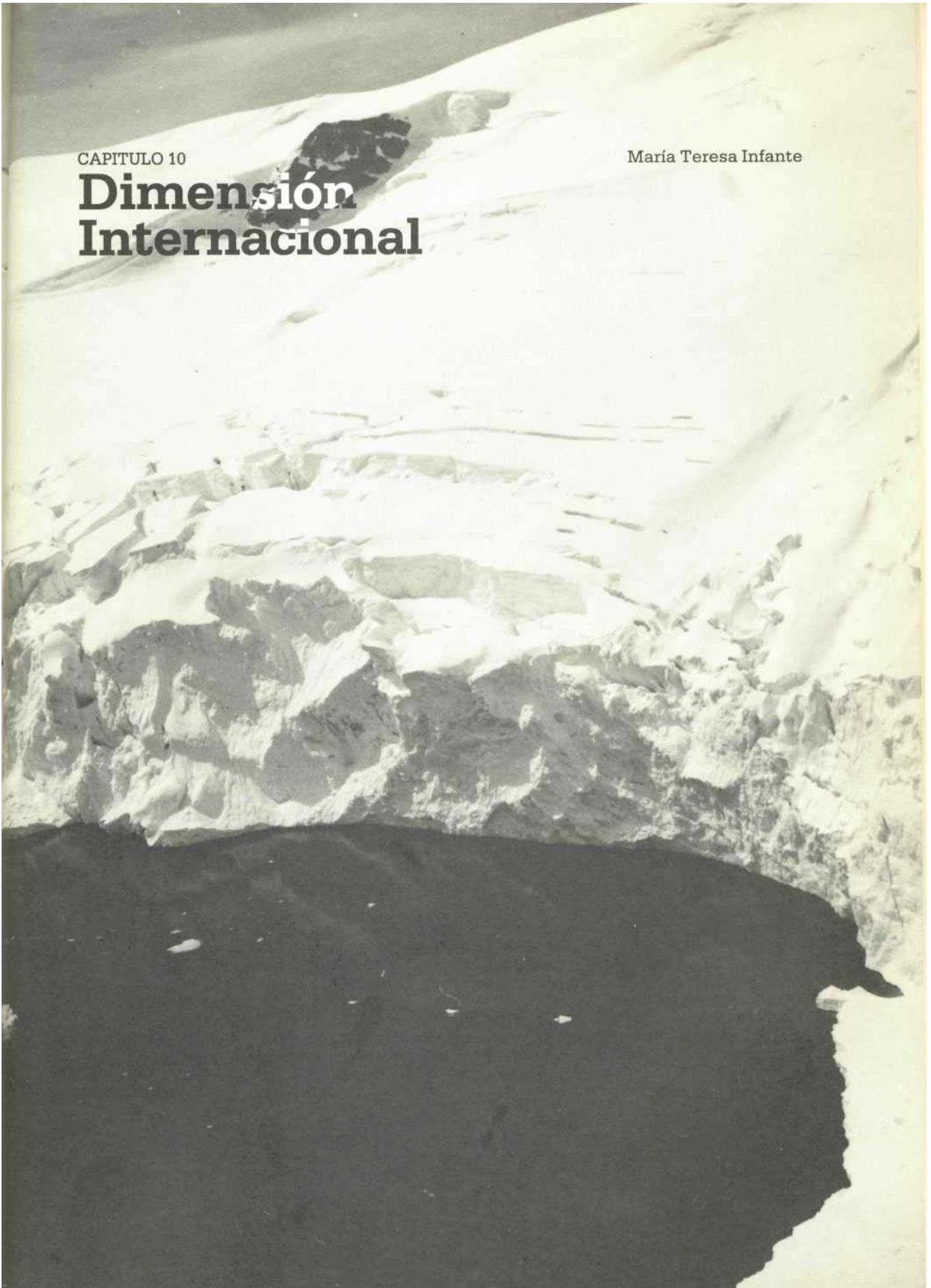
Con la Redención, el cristianismo vence el materialismo sin abstraerse de lo material: por el contrario, lo asume —como Cristo—; lo redime —por Cristo—, y lo trasciende a la eternidad, sin por ello abandonar la historia, sino perfeccionándola para preparar la eternidad. Es Cristo quien asume la materia de la Creación y del hombre, materia nacida de las manos y del amor del Padre, santa en su origen y consagrada por Cristo en su propia carne, en sus manos de artesano, en su cuerpo muerto y resucitado, y en el pan y vino de la Eucaristía que congrega al Pueblo de Dios. Al Pueblo por el cual rogó al Padre: "No pido que los tomes del mundo, sino que los guardes del mal (Jn 17, 15)" -MATER ET MAGISTRA, 255-. Al Pueblo con el cual hizo su Reino -LUMEN GENTIUM, 10—. Al Pueblo que habita y construye la Ciudad de Dios en la ciudad material.

Esta es la materia del cristianismo, "el material del reino de los cielos" -GAUDIUM ET SPES, 38.

CAPITULO 10

María Teresa Infante

Dimensión Internacional



Dimensión Internacional

Los problemas ambientales aparecen en la realidad internacional con algún desfase respecto a la preocupación que ellos despiertan en el interior de los países. Es posible constatar, además, que en el origen de su consideración a nivel internacional existía una mayor inclinación por la necesidad de controlar la contaminación y la conveniencia de conservar las riquezas ecológicas y genéticas, así como las bellezas naturales del planeta. La Conferencia de Estocolmo (1972) sobre Medio Ambiente, que sirve de antecedente directo para el establecimiento del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano —PNUMA—, integra plenamente a los países en desarrollo a esta inquietud, mostrando que las cuestiones ambientales les son relevantes, entre otras razones, porque ellas van vinculadas, en ciertos casos, a realidades socioeconómicas más amplias*. Del PNUMA debe destacarse su capacidad para convocar la realización de trabajos y estudios a nivel mundial¹.

En el panorama internacional del medio ambiente, a pesar de la trascendencia que adquieren los organismos y programas internacionales, son los propios Estados, sus órganos administrativos y de planificación, así como los habitantes y entes privados, los que continúan siendo directamente responsables de las materias ambientales. Es por esta razón que, en el examen del medio ambiente chileno desde una perspectiva internacional, cabe tener presente que uno de los instrumentos más adecuados para conocer esa dimensión es el examen de los Tratados y Acuerdos ambientales existentes y aplicables al país. Es necesario destacar que existe un grado importante de inserción del país en lo que puede denominarse el esquema político-jurídico internacional relativo al medio ambiente. Según datos de 1983, de un total de 58 convenciones vigentes para el medio ambiente,

* En el marco de las Naciones Unidas y después de la Conferencia de Estocolmo, se han realizado conferencias relativas al medio humano: Población (1977); Alimentación (1974); Habitat (1976); Agua (1977); Desertificación (1977); Ciencia y Tecnologías para el Desarrollo (1979); Fuentes Renovables y No Renovables (1981).

21 eran relevantes para el país y éste era parte en 18. La importancia que esta situación puede tener sólo puede apreciarse con un examen del grado de conocimiento y de aplicación efectiva por las diversas entidades encargadas de esa tarea.

Por otra parte, la perspectiva de la cooperación internacional, particularmente de la cooperación regional, permite explicar alcances de los problemas y cuestiones ambientales de nuestro país. Esta cooperación internacional es un elemento de intervención en el manejo ambiental nacional que puede ser evaluada positivamente en sus resultados. Igualmente el caso de la Antártica ofrece rasgos peculiares por la aplicación de esquemas funcionales de protección ambiental y de sus recursos, acompañada de una auténtica cooperación científica. (Ver Inserción 'Protección del Medio Ambiente Antártico').

Merece especial mención el papel que cumple el medio ambiente desde el ángulo del derecho internacional, por cuanto las actividades imputables a los Estados, sus compromisos y políticas nacionales, involucran su responsabilidad. Es así como surgen nuevas áreas de estudio en cuanto a las obligaciones que asume el país sobre la protección de la vida silvestre y de las especies en vías de extinción, que involucran principalmente medidas internas.

Por último, una presentación global de los principales aspectos que involucra el medio ambiente en su dimensión internacional no puede desconocer la vinculación que posee con las formas contemporáneas de conflicto internacional y de conducción de hostilidades. De esta suerte, se han integrado a este estudio elementos relativos a la seguridad y al desarme, entendiendo que, aunque su aplicación es genérica y no específica al caso chileno, son importantes en su propósito destinado a limitar la capacidad destructiva de los Estados sobre el medio humano.

En consecuencia, puede plantearse el examen de la dimensión internacional a través de dos grandes líneas: una, destinada a ver la incorporación de la dimensión internacional a la política y al derecho internacional, y otra, destinada a conocer algunos casos específicos de mecanismos de cooperación internacional y su aplicación en el país.

Medio ambiente, política y derecho internacional

El interés del tema para nuestro país deriva fundamentalmente de que, junto con serle imputable un orden ambiental interno, el país participa y contribuye a crear, modificar o sustituir un medio ambiente internacional que operará, en última instancia, a nivel local e interno. Basten dos ejemplos, el de las ballenas y el de las vicuñas, para demostrar esta situación. (Ver Inserciones 'Regimen Ballenero y las 200 Millas Marinas' y 'La Vicuña y el Poblador Andino').

La Declaración sobre el Medio Ambiente Humano, de Estocolmo (1972)² esquematizó las principales dimensiones de este fenómeno, presentándolas bajo ciertos principios. El principio 21 se refiere a que los Estados tienen, de acuerdo con la Carta de las Naciones Unidas y los principios de Derecho Internacional, el derecho soberano para explotar sus propios recursos conforme a sus propias políticas ambientales, así como la responsabilidad para asegurar que las actividades dentro de su jurisdicción o control no causen daño al medio ambiente de otros Estados o de áreas más allá de los límites de la jurisdicción nacional. Agrega el Principio 22, que los Estados deben cooperar para desarrollar principios de derecho internacional relativos a la responsabilidad y a la compensación de las víctimas de la contaminación y de otros daños ambientales causados por actividades dentro de su jurisdicción o control a áreas situadas más allá de su jurisdicción. Cabe hacer notar que en estos enunciados nada se dice acerca de lo que sucede dentro de la esfera de la jurisdicción nacional sin repercutir o provocar daños en el exterior. Es este último ángulo el que aparece resaltado en los esquemas internacionales de protección de las riquezas y recursos naturales.

A pesar de que con criterios estrictamente jurídicos, las cuestiones ambientales se reflejan en nociones como las de soberanía, soberanía permanente sobre los recursos naturales y responsabilidad, las esferas de acción de los países son propias del campo político. Es así como en la propia Declaración de Estocolmo de 1972 se hacía hincapié en que los asuntos internacionales relativos a la protección y al mejoramiento del medio ambiente deberían ser manejados con espíritu cooperativo por los países, sobre un pie de igualdad. La cooperación es esencial, se afirma, para controlar, prevenir, reducir o eliminar los efectos ambientales que resulten de actividades conducidas en

cualquier esfera. El énfasis en la soberanía de los Estados y en la protección de sus intereses, podría aparecer subvalorado en estas afirmaciones. Sin embargo, esto no es así, puesto que son esos entes los que encabezan las iniciativas y medidas de cooperación que puedan adoptarse a nivel internacional y a quienes puede exigírseles su cumplimiento. La Carta Mundial de la Naturaleza, aprobada en 1982 por la Asamblea General de las Naciones Unidas contiene abundantes referencias a esta situación*.

Desde el punto de vista del orden jurídico internacional, la temática ambiental ofrece algunas tendencias prevalecientes. En primer lugar, el foco de atención tiende a centrarse en la prevención y protección, y no estrictamente en criterios de responsabilidad, una vez que el hecho ya ha ocurrido. Luego se presenta una mayor participación de los afectados por daño ambiental, frente a una tradicional predominancia de los gobiernos. Igualmente, existe una vinculación más institucionalizada entre el manejo de recursos, particularmente de los recursos vivos, y los problemas ambientales. En general, las tendencias de los últimos años muestran que esos problemas admiten la participación de entidades internacionales que colaboran, hasta cierto punto, como mediadores, en la elaboración de estudios y adopción de decisiones ambientales. También puede constatar un fenómeno general de acrecentamiento de competencias de los países respecto a las materias ambientales.

Este Capítulo destaca precisamente los aspectos políticos y jurídicos del fenómeno ambiental internacional, por cuanto en torno a estos elementos se configuran las líneas matrices de lo que podría denominarse el perfil de la dimensión internacional del medio ambiente chileno.

Dado que es de interés general, deben, además, mencionarse algunas cuestiones relativas a la responsabilidad internacional en materia ambiental.

El medio ambiente como fuente de responsabilidad internacional

El famoso caso de contaminación transfronteriza entre Estados Unidos y Canadá, Trail Smelter, ha sido considerado como un caso que establece jurisprudencia. La situación derivó de la contaminación atmosférica provocada por humos que contenían sulfuros, emitidos por una fundición canadiense ubicada en Trail, en la Colombia Británica. Junto con acoger la tesis de la responsabilidad de Canadá, el Tribunal determinó en 1941 que, conforme a los principios de derecho internacional, así como al derecho de Estados Unidos, ningún Estado tiene el derecho de usar o permitir que se use de su territorio, de manera que origine daño por gases en o al territorio de otro o a las personas o propiedades que allí se encuentran, cuando el suceso produce serias consecuencias y el daño es demostrado mediante evidencia clara y convincente. Este caso clarifica, a lo menos, que, desde el punto de vista jurídico, la contaminación transfronteriza es susceptible de una acción internacional y de una reparación.

A pesar de que esta decisión tiene alcances limitados, ya que sólo se aplica a la contaminación, insinúa otras perspectivas desde las cuales abordar los problemas, como el desarrollo de conceptos más amplios de preservación y protección ambiental.

Un concepto de soberanía territorial absoluta** aparece en todo caso derrotado en el asunto expuesto, aunque subsisten dificultades para definir y precisar lo que constituye daños sustanciales, así como para determinar cuáles son los esfuerzos que un país debe realizar para prevenir su ocurrencia en áreas fronterizas.

Res. 3 7/7. 9-XI-1982. Chile se abstuvo, junto con otros 17 países. EE.UU. votó en contra.

La llamada doctrina Harmon, enunciada por el Fiscal General de Estados Unidos en una controversia con México respecto de la utilización de las aguas del Río Grande, poseía ese significado. Moore, Digest of International Law, Vol. 1, p. 654. México protestó por la desviación del río, alegando un perjuicio para sus habitantes. La controversia sólo fue resuelta mediante acuerdo en 1906, con una fórmula que daba a México acceso a parte de las aguas sin asumir costos.

En materia de criterios y principios para determinar lo que constituye un daño en el ámbito internacional, así como para aplicar reglas eficaces de responsabilidad internacional, pueden destacarse algunas iniciativas que no son excluyentes.

Sustancias Peligrosas. Esta iniciativa se basa en la elaboración de una lista de sustancias que se consideran altamente peligrosas, sobre la base de criterios de persistencia, toxicidad y la tendencia a la bioacumulación. Este listado ha sido incorporado a las convenciones relativas a la protección del medio marino³, en tanto se observa una tendencia semejante en el proyecto europeo para la protección de vías acuáticas contra la contaminación. A pesar de que se establece una prohibición total en razón de la peligrosidad de las sustancias y no en cuanto a si el daño ya se ha producido, las circunstancias económicas de cada país aparecen incorporadas como elemento para ajustar el nivel de exigencias a otras variables.

En el caso específico de Chile, ésta sería la situación si entrara en vigencia el Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación proveniente de Fuentes Terrestres (1983). En éste, los programas y medidas destinadas a prevenir, reducir, controlar y eliminar en las respectivas zonas marítimas de 200 millas —4 países— la contaminación de fuentes terrestres provocadas por sustancias altamente tóxicas deberán tener en cuenta, para su aplicación progresiva, la capacidad de adaptación y reconversión de las instalaciones existentes, la capacidad económica de las Partes y su necesidad de desarrollo⁴. Este enfoque es interesante porque los propios países que formarían parte de ese acuerdo han destacado que es la contaminación de origen terrestre —doméstico, agrícola, industrial y minera—, la que debe tener prioridad en sus planes sobre áreas ecológicamente sensibles⁵.

La reorientación de actividades que provoca este tipo de regulación internacional puede ser un fenómeno de envergadura, pero igualmente trascendentes pueden resultar las exigencias que se les dirijan a los propios Estados dentro de su territorio para que adopten las medidas esperadas.

Recursos Compartidos. Una situación que también se vincula a la anteriormente expuesta es aquella que puede caracterizarse como de recursos naturales compartidos, o cuya utilización es compartida. En este caso, pueden señalarse como ejemplos los mares cerrados o semicerrados, las aguas costeras adyacentes, ecosistemas especiales que atraviesan fronteras, etc. Por tratarse de temas de alta sensibilidad política, los estándares de cooperación no aparecen muy precisos, salvo cuando los países los aceptan mediante acuerdos concretos. En estos casos se ha propuesto la obligación de informar acerca de las actividades que pudieren ocasionar daños o afectar a los otros poseedores del recurso⁶ *, o un sistema de consulta previa⁷ o de notificación previa⁸.

Actividades de Alto Riesgo. Por otra parte, dentro de esta perspectiva general debe mencionarse el caso de actividades ultra-riesgosas en cuanto a sus potenciales efectos ambientales. En el caso de que se afecte al medio marino, se ha tratado de imponer una responsabilidad absoluta o estricta, que, aunque parcial —se aplica a hidrocarburos por los riesgos que cubre—, es un avance respecto a las reglas generales de la responsabilidad. Asimismo, este criterio se ha incorporado a la utilización pacífica de la energía atómica, a los daños que ocasionen los objetos espaciales y al transporte marítimo de sustancias nucleares. Se trata de facilitar el pago de una indemnización o reparación adecuada, aunque los actos que originan ese daño no sean contrarios a ninguna regla de derecho.

Resolución 2995 (XXVI) de la Asamblea General de Naciones Unidas relativa a la cooperación entre Estados en el campo ambiental. Un Proyecto de Principios para regir esta materia fue elaborado por el PNUMA, enfatizando la función cooperativa que cumple el uso de recursos compartidos y aconsejando la realización de estudios conjuntos de impacto ambiental acerca de su aprovechamiento.

Seguridad internacional y desarme

Por la incidencia que tiene esta cara oculta del medio ambiente y su importancia para nuestro país, debe señalarse que son varios los esquemas tendientes a limitar la utilización indiscriminada de recursos bélicos, así como a crear condiciones prevalecientes de seguridad respecto a la utilización o ensayo de ciertas armas de destrucción masiva. (Véase Inserción 'Ecología y Armamentismo Nuclear').

La actividad que tal vez haya concitado una mayor atención es la de los ensayos nucleares en la atmósfera y en otros espacios, por cuanto el interés ambiental excede al mero alcance bélico o pacífico de tal actividad. Deben conocerse, en este caso, los esfuerzos que significan algunos tratados internacionales que prohíben parcial o totalmente la realización de ensayos nucleares o de armas nucleares, o que prohíben la introducción de esas armas en determinadas regiones.

Señalemos que el caso del Tratado Antártico de 1959 (Chile) es el más completo en esta materia, ya que crea una zona de paz libre de armas nucleares y en la cual se prohíben los ensayos de todo tipo de armas. Otros instrumentos que se ubican dentro de este contexto son el Tratado que rige el Espacio Exterior (1967, Chile); el Tratado que prohíbe los ensayos nucleares en la atmósfera (1963); el Tratado de Tlatelolco (1967); el Tratado de No-Proliferación (1968); el Tratado que prohíbe el emplazamiento de armas nucleares en los Fondos Marinos (1970).

En el contexto regional, la trascendencia del Tratado de Tlatelolco está en el propósito de hacer efectiva una zona libre de armas nucleares en América Latina, cuyo significado se acrecienta con la perspectiva de países que poseen capacidad de generar energía nuclear. Aunque el tema se conecta indirectamente con el de la preservación del Medio Ambiente, es de indiscutible vigencia evaluar adecuadamente este compromiso entre potencias nucleares extrarregionales y las de la región para no usar ni amenazar con armas nucleares en esta gran zona.

Este conjunto de instrumentos, especialmente los de aplicación universal, reflejan, en cuanto al grado de participación de los diferentes países, una realidad política subyacente⁹. Destaquemos que Francia y China no se han incorporado al Tratado que prohíbe la realización de pruebas nucleares en la atmósfera, en el espacio exterior y bajo el agua (1963).

El funcionamiento adecuado de un instrumento de este tipo imposibilita la realización de explosiones nucleares en la atmósfera, dentro y más allá de los límites territoriales, incluido el espacio exterior, o las aguas territoriales y en alta mar. Asimismo, prohíbe la realización de esas explosiones en otro lugar en que causen daños por efectos de la radiación en localidades que se encuentran más allá de los límites territoriales del Estado bajo cuya jurisdicción o control se realiza la explosión.

Este es el marco principal en que se ha desenvuelto la polémica entre Francia y los países del Pacífico. Incluso fue planteada una demanda por parte de Australia y Nueva Zelandia ante la Corte Internacional de Justicia para que se declarara la ilicitud de las explosiones nucleares francesas que se realizaban en el atolón de Mururoa. Este resultado no se logró totalmente, puesto que Francia, unilateralmente, anunció que no proseguiría con este tipo de ensayos, lo que, según la Corte, significaba poner término a toda controversia¹⁰. Los ensayos han proseguido en forma subterránea. La actitud francesa ha sido un permanente desafío a la libertad de los mares.

El tema ha sido abordado desde una perspectiva subregional por iniciativa de los países ribereños del Pacífico Oriental —Colombia, Ecuador, Perú y Chile—, de manera que se ha reafirmado su oposición a que continúen realizándose esas prácticas. En la XII Reunión Ordinaria de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (Julio 1983), que integran los cuatro países individualizados, se acordó "someter a consideración de los gobiernos del Sistema la conveniencia de definir y estructurar políticas y acciones conjuntas..., encaminadas a evitar por todos los medios a su alcance la contaminación de explosiones nucleares y el vertimiento de desechos radiactivos en el área del Pacífico Sudeste". Coincidente con este propósito, el 6 de julio de 1984, la Comisión Permanente del Pacífico Sur formuló una protesta por las explosiones francesas.

Las características esenciales que denota esta declaración van más allá de las de una acción reprobatoria, pero tampoco implican una auténtica acción de protección del medio, ya que sólo se enuncia el mecanismo de la acción conjunta como el más conveniente para evitar la contaminación.

Explosiones nucleares en el Pacífico

Francia se ha mantenido permanentemente al margen de cualquier intento por reglamentar y controlar los ensayos nucleares, perseverando en las explosiones atmosféricas hasta 1975, mientras las demás potencias del Club Nuclear se habían comprometido ya en 1963 a limitar los ensayos solamente a las pruebas subterráneas.

El 5 de agosto de 1963, en Moscú, se concluyó un Tratado que prohíbe la realización de pruebas nucleares en la atmósfera, el espacio exterior y bajo el agua. Fue suscrito por Gran Bretaña, Estados Unidos y la Unión Soviética, entrando en vigencia el 10 de octubre de 1963. Es importante destacar que tanto China como Francia no son partes en el Tratado.

Este cuerpo legal señala que las partes tratantes se comprometen a no realizar explosiones nucleares en la atmósfera, ni dentro ni más allá de sus límites territoriales, incluidos el espacio exterior, las aguas territoriales y el alta mar. Se comprometen, además, a no realizar explosiones nucleares en lugares que causen daño por efecto de la radiación, en localidades fuera de los límites territoriales del Estado bajo cuya jurisdicción o control se realiza la explosión¹.

A pesar de las protestas internacionales, Francia realizó hasta 1975 numerosas explosiones nucleares en la atmósfera atrayendo sobre esta política la reacción muy desfavorable de los países africanos, dado que fue en África donde se realizaron las primeras etapas del programa de pruebas nucleares francesas. Posteriormente ha correspondido a los países ribereños del Océano Pacífico manifestar su desaprobación por las pruebas atómicas realizadas por Francia en el atolón de Mururoa, posesión francesa de ultramar.

Nueva Zelanda y Australia concurrieron ante la Corte Internacional de Justicia para obtener un pronunciamiento sobre las explosiones nucleares francesas, denunciándolas como grave violación del Derecho Internacional y obtener, así, una orden de cese de tales pruebas nucleares hasta que fuese determinada la legalidad o ilegalidad de ellas. Francia negó competencia de la Corte Internacional aduciendo que estas materias constituían

decisiones de defensa nacional. Consecuente con esta declaración, Francia, prosiguió con su programa de pruebas nucleares.

Sin embargo, en 1975, el Ministro de Defensa de Francia, estando aún pendientes las reclamaciones ante la Corte Internacional, anunció públicamente que los ensayos atmosféricos de Francia habían terminado ya que se encontraba culminada la fase de desarrollo de su armamento que requería de tales ensayos; en consecuencia en adelante los ensayos nucleares se realizarían en forma subterránea², acontecimiento que puso fin a la controversia y al juicio.

Es importante agregar que, a pesar del término virtual del conflicto, un fallo que tomara en consideración elementos tales como la legitimidad o ilegitimidad de los planes de defensa de un Estado en relación con los daños que éstos pueden ocasionar a los territorios y la población de otros Estados, habría constituido un importante aporte al Derecho Internacional.

A partir de 1975 Francia prosigue con explosiones nucleares subterráneas en su enclave en el Pacífico. En años recientes han existido informes que señalan que el lugar, a raíz de tales ensayos, estaría siendo seriamente dañado produciéndose en consecuencia una contaminación por radiación de las aguas del Océano Pacífico. Informes bien fundamentados han señalado que en 1979 un explosivo nuclear se habría atorado a medio camino en el cañón subterráneo de ensayo produciendo un rompimiento de rocas del atolón, generando graves daños en varias instalaciones³.

El Ministro de Defensa de Francia, hablando en el Congreso, habría manifestado que el atolón se estaba hundiendo por causas naturales completamente independientes de las explosiones subterráneas que se realizaban en el lugar. Admitió, sin embargo, que en marzo de 1981, los días 11 y 12 se habían producido dispersiones de productos radiactivos a raíz de una fuerte tormenta, pero que se trataba de residuos de pruebas nucleares anteriores a 1975, almacenados bajo una cubierta de asfalto. Agregó, sin mayores aclaraciones, que con ello se había producido una nueva situación

radiológica que había demandado nuevas precauciones para solucionar tal situación⁴.

Es indudable que estas explosiones subterráneas de Francia lesionan el reconocimiento de la igualdad jurídica de los Estados y alientan los resabios colonialistas.

Los Estados ribereños del Pacífico y especialmente Australia, Nueva Zelandia, Perú, Ecuador y Chile han manifestado individualmente y en bloques de países su protesta frente a esta situación. Las recientes pruebas han provocado nuevamente protestas oficiales por parte de los Estados que se consideran afectados por tales ensayos; en tanto, la opinión pública siente vulnerados y vulnerables su seguridad y su medio ambiente.

A pesar de que las autoridades técnicas nacionales autorizadas en la materia han

declarado públicamente que no existiría un aumento de la contaminación por radiación en nuestro territorio, ya que 'no se ha detectado presencia de fisión', la comunidad nacional pareciera requerir de una seguridad aún mayor.

En otras palabras, los Estados se estiman con el derecho a exigir respeto por su seguridad ambiental, tanto presente como futura, o alegan al menos su razón de participar en aquellos proyectos que puedan, de algún modo, afectarlos.

En este sentido, la opinión pública mundial toma conciencia de su capacidad de presión en defensa de valores particularmente significativos, y pretende de las autoridades políticas una racionalidad que permita al orden mundial alcanzar un modo de cooperación y entendimiento lejos del riesgo del agotamiento de los recursos y del holocausto nuclear.

Ecología y armamentismo nuclear

En relación con las explosiones nucleares en el Pacífico, se pueden conformar aquellos elementos del Derecho Internacional referidos al medio ambiente que reflejan las aspiraciones de los hombres respecto a una configuración de un orden mundial que preserve adecuadamente el medio ambiente y asegure una calidad de vida deseable.

El Club Nuclear está constituido por cinco potencias —Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Rusia y China—, las que suscriben el 'Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares'. Sin embargo, el Tratado se restringe en la medida en que establece una disposición meramente programática al proponer la realización de esfuerzos destinados a detener la carrera armamentista; carrera en la que los países que lo suscriben están ya tradicionalmente empeñados. Transcurridos ya más de 10 años de la suscripción del Tratado, no se observan esfuerzos logrados en esa dirección.

A pesar de lo anterior, abundan las declaraciones de las potencias nucleares encaminadas a justificar las medidas de control de la difusión de la tecnología atómica, para evitar que otros Estados poco confiables o poco civilizados que habitan regiones poco estables del planeta puedan adquirir el status de potencia nuclear.

De este modo, es posible percibir en la comunidad internacional el desencanto por la perpetuación de un 'statu quo' que resulta inamovible, y cuya expresión en normas vacías de contenido va socavando la confiabilidad en los acuerdos internacionales. Acuerdos en los cuales los países intervienen de buena fe con la esperanza de detener la espiral armamentista¹.

Entre 1945 y 1981 se han realizado 1.321 explosiones nucleares. Un 87 por ciento de estas pruebas son de responsabilidad directa de los Estados Unidos y Rusia. Frente a estos hechos, ambas naciones se convierten

en violadoras de varios principios del derecho internacional:

- Atentando contra la integridad y legítima defensa de la soberanía territorial de aquellas regiones en que se han llevado a efecto.
- Vulnerando el concepto de defensa del medio ambiente, de cuya fragilidad existe conciencia creciente en todos los pueblos del mundo.
- Privilegiando el fortalecimiento de un programa de defensa fundado en las armas nucleares; programa que consolida un esquema de confrontación que privilegia a aquellas potencias que administran un equilibrio del terror.
- Constituyéndose en un resabio evidente de cierta mentalidad colonialista que establece diferencias entre Estados y Regiones; esquema en el cual los territorios calificados como Regiones han debido soportar un aprovechamiento indiscriminado de sus recursos y el olvido patente de sus legítimas aspiraciones.

Simultáneamente, el movimiento pacifista y ecologista crece y se fortalece a medida que incorpora adeptos y define sus conceptos y objetivos, aspirando a influir en las decisiones políticas que afecten tanto a la paz

como al medio ambiente. Estos movimientos ecologistas, con una acción efectiva no ideologizada y con objetivos claros, pueden constituir y consolidar una nueva forma de participación. Es interesante señalar que, por otra parte, la opinión pública internacional, agrupada en organizaciones no gubernamentales, grupos de presión, iglesias, movimientos juveniles y femeninos, parece estar reaccionando frente a este cúmulo de contradicciones y pretende imponer cierta racionalidad y moral en el manejo de los programas de defensa de sus Estados.

Es en este mismo contexto donde se explica el aumento de la conciencia pública mundial frente a la necesidad de defender y proteger el medio ambiente del desgaste y exceso de utilización que implican los modelos industriales intensivos y, al mismo tiempo, de la pérdida de recursos en que derivan los procesos de armamentismo acelerado. Este despertar de la sociedad internacional se fundamenta en un concepto más integral de sobrevivencia, definido en función de un mejor nivel y calidad de vida para los habitantes presentes y futuros de la tierra, y de una vida sin riesgos de destrucción. Concepto dentro del cual la preservación respetuosa del medio ambiente y el desarme son aspiraciones complementarias e igualmente legítimas.

Revisando las reglas aplicables a la guerra y a la calidad de las armas, se encuentra una preocupación por limitar los medios aceptados para causar daño, incluyendo al medio ambiente. Es así como el Protocolo adicional (1977) a los Convenios de Ginebra del 12 de agosto de 1949, relativo a la Protección de las Víctimas de los Conflictos Armados Internacionales, reconoce, en su artículo 35, inciso 3, como norma fundamental, que en todo conflicto armado el derecho de las Partes en conflicto a elegir los métodos o medios de hacer la guerra no es ilimitado. Se prohíbe, en consecuencia, el empleo de métodos o medios de hacer la guerra que hayan sido concebidos para causar, o de los que quepa prever que causen daños extensos, duraderos y graves al medio ambiente natural.

Este concepto nuevo en el ámbito internacional debe entenderse complementado por los que desarrollan otros instrumentos relativos a las armas químicas y bacteriológicas, cualquiera sea la víctima¹¹, cuya importancia es reconocida, puesto que se pretende asegurar su efectividad mediante el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. El hecho de que el uso de este tipo de armas en el pasado haya sido objeto de denuncias, en las que aparecen envueltas las grandes potencias¹², muestra la importancia que tendría una reorganización de los sistemas de control internacional.

Política internacional

La pregunta que puede formularse acerca de si es posible comprobar alguna vinculación entre el medio ambiente y formulaciones de política internacional, tiene una respuesta parcial sí sólo se observan casos aislados, como el de los accidentes y casos de emergencia en el mar, los problemas relativos a la caza de la ballena, la vida silvestre, etc.

Un fenómeno eminentemente diferente se da con la creación de una zona marítima de 200 millas, que más tarde se conoce con el nombre de zona económica exclusiva. Sin perjuicio de que su establecimiento en Chile, mediante Declaración Presidencial de 1947, significa una medida muy concreta de protección del recurso ballenero, su implantación va más allá de esa coyuntura e impone un verdadero reordenamiento en los enfoques que primaban en los mares y océanos. Sus contenidos aparecen reafirmados con la Declaración de Santiago sobre zona marítima, de 1952¹³. (Ver Inserción 'Régimen Ballenero y las 200 Millas Marinas').

La zona económica exclusiva, hoy ampliamente acogida en la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982), es un aporte latinoamericano a la incorporación del medio marino y sus recursos vivos y no vivos al patrimonio de una comunidad nacional¹⁴. Si desglosamos los contenidos de este concepto, encontraremos que, como expresa Galindo Pohl¹⁵, "la suma de las competencias del Estado costero sobre los recursos naturales de la zona económica puede ser brevemente denominada soberanía económica". Es así como la influencia que ejerce en la inserción de diversos países en amplias zonas de los mares, provoca necesariamente la coexistencia de posiciones e intereses de las más variadas gamas, incluyendo las influidas por consideraciones estratégicas, ecológicas, científicas, al mismo tiempo que es aceptado internacionalmente el concepto de protección del medio marino.

Respecto a esto último, las preocupaciones generales se habían centrado en el establecimiento de ciertas disposiciones para combatir la contaminación por hidrocarburos y en la adopción para evitar la contaminación por inmersión de desperdicios radiactivos. También había sido tradicional la preocupación por controlar la caza indiscriminada de ballenas y de fijar cuotas de aprovechamiento.

Cuando los países declaran sus derechos sobre la plataforma continental, fenómeno que se inicia en la década de los 40, hoy definida como el lecho y el subsuelo de las áreas submarinas que se extienden más allá del mar territorial y a todo lo largo de la prolongación natural de su territorio hasta el borde exterior del margen continental, o bien hasta una distancia de 200 millas contadas desde las líneas de base a partir de las cuales se mide la anchura del mar territorial, esas necesidades se amplían, orientando la actividad hacia la protección de los recursos.

La creación de un concepto más amplio, como es el de la zona económica exclusiva, implica la adopción de medidas adecuadas de conservación y administración para que la preservación de los recursos vivos no sea amenazada por un exceso de explotación. Esto puede significar la preserva-

ción o el restablecimiento de las poblaciones de especies capturadas a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible, con arreglo a los factores ambientales y económicos pertinentes. Igualmente, deberán tenerse en cuenta los efectos sobre las especies asociadas con las especies capturadas o dependientes, por encima de los niveles en que su reproducción pueda verse gravemente amenazada.

Estos conceptos no sólo dejan en evidencia la naturaleza jurídica, sino que son una pauta de manejo de los recursos marinos soberanamente atribuidos a los Estados.

Un concepto de esta envergadura es apropiado para la concertación regional e internacional, aunque la realidad no está exenta de debates acerca de quienes prefieren aún hablar de zonas de conservación de recursos y de los que emplean criterios más amplios como el de zona económica exclusiva.

La concertación regional fue uno de los vehículos empleados por Chile a comienzos de la década de los 50, al integrar primero la Conferencia de Explotación y Conservación de las Riquezas Marítimas del Pacífico Sur, junto al Perú y Ecuador (1952), conocida posteriormente como la Comisión Permanente del Pacífico Sur, a la cual se ha incorporado Colombia en 1979. La Declaración de Santiago (1952) expresaba que: "I) factores geológicos y biológicos que condicionan la existencia, conservación y desarrollo de la fauna y flora marítimas en las aguas que bañan las costas de los países declarantes, hacen que la antigua extensión del mar territorial y de la zona contigua sea insuficiente para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de esas riquezas, a que tienen derecho los países costeros. II) Como consecuencia de estos hechos, los gobiernos de Chile, Ecuador y Perú proclaman como norma de su política internacional marítima, la soberanía y jurisdicción exclusivas que a cada uno de ellos corresponde sobre el mar que baña las costas de sus respectivos países, hasta una distancia mínima de 200 millas marinas desde las referidas costas".

Si la zona económica exclusiva es un concepto que aparece vinculado a ciertas prerrogativas soberanas, un análisis acerca de su incidencia en la utilización y aprovechamiento de los mares merece ser examinada desde una perspectiva más universal. Esta se encuentra cuando se plantea el asunto del medio marino desde un enfoque de protección y preservación.

Asimismo, los estudios e investigaciones que a nivel subregional está impulsando la CPPS acerca del 'Fenómeno del Niño', en el Pacífico Oriental, que ha afectado en los últimos años a recursos marinos, obras de infraestructura y agricultura, corresponde a esa misma visión*. Tal vez sea la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982) la que mejor resuelva la compatibilización entre los usos legítimos del mar y la protección de sus espacios. De cierta manera se va más allá del principio enunciado en el caso Trail Smelter, así como en la propia Declaración de Estocolmo (1972)

Debemos destacar, sobre este punto, que nada de lo dicho sería realidad si no se incorporara como un auténtico deber la obligación de parte del Estado de proteger y preservar el medio marino. En la práctica, esto importa la adopción de medidas para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino, incluyendo todas las fuentes de contaminación de ese medio.

Una variedad de situaciones aparece comprendida en este principio, entre otras, la evacuación de sustancias tóxicas, perjudiciales o nocivas, desde fuentes terrestres, desde la atmósfera o a través de ella, o por vertimiento; la contaminación causada por buques; la contaminación procedente de instalaciones y dispositivos utilizados en la exploración o explotación de los recursos naturales de los fondos marinos y de su subsuelo.

En esta materia, la Organización Marítima Internacional, de la cual Chile es miembro, ha servido de medio apropiado para incentivar a los países a una cierta disciplina en la seguridad marítima, la navegación y la prevención y control de la contaminación marítima por buques, embarcaciones y otros artefactos. Los instrumentos más eficientes para lograr estos fines han sido los Tratados que han alcanzado un alto grado de efectividad, puesto que tienen un respaldo científico y técnico, y tienen en cuenta las realidades económicas del transporte marítimo.

Otro marco normativo relevante es el de los Programas de Mares Regionales que ha impulsado el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), organización que actúa de co-

El Estudio Regional del Fenómeno del Niño (ERFEN), de ser realizado con el apoyo del PNUMA; u otra entidad internacional, podría constituir el proyecto científico marino de mayor envergadura de la CPPS.

Régimen ballenero y las 200 millas marinas

La cooperación entre los Estados en materia de conservación de los recursos vivos se manifiesta cuando dos o más naciones comparten recursos que es de interés conservar y/o desarrollar. Esta acción conjunta de los Estados se impone debido al carácter compartido y/o migratorio de algunas especies. Por lo tanto, se fundamenta en el interés de desarrollar tanto políticas como metodologías comunes que sean, por una parte, más completas y, por otra, menos costosas, constituyendo adicionalmente una alternativa de comprensión internacional.

Es en esta perspectiva en la que el Derecho Internacional, mediante Tratados, Acuerdos y Convenciones, constituye una expresión formal de compromiso entre los Estados.

La estructura jurídica del régimen ballenero y la participación de Chile en él comprende tres convenciones y dos reglamentos que regulan la caza de la ballena. Entre las convenciones, son de destacar el Convenio Internacional sobre Comercio de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestres, de 1973, suscrito por Chile en 1975; y la Convención de 1946 para la Regulación de la Caza Ballenera que Chile aplica desde 1979. Esta última Convención establece la reglamentación de los barcos-fábricas, estaciones terrestres y balleneras, bajo la jurisdicción de los Gobiernos Contratantes, en todas las aguas en las cuales se realice caza por tales buques o estaciones. La Convención establece y fija las especies protegidas o desprotegidas, las estaciones y áreas de veda, los tamaños límites para cada espacio, los tiempos, métodos e intensidad de caza y las cuotas para cada país.

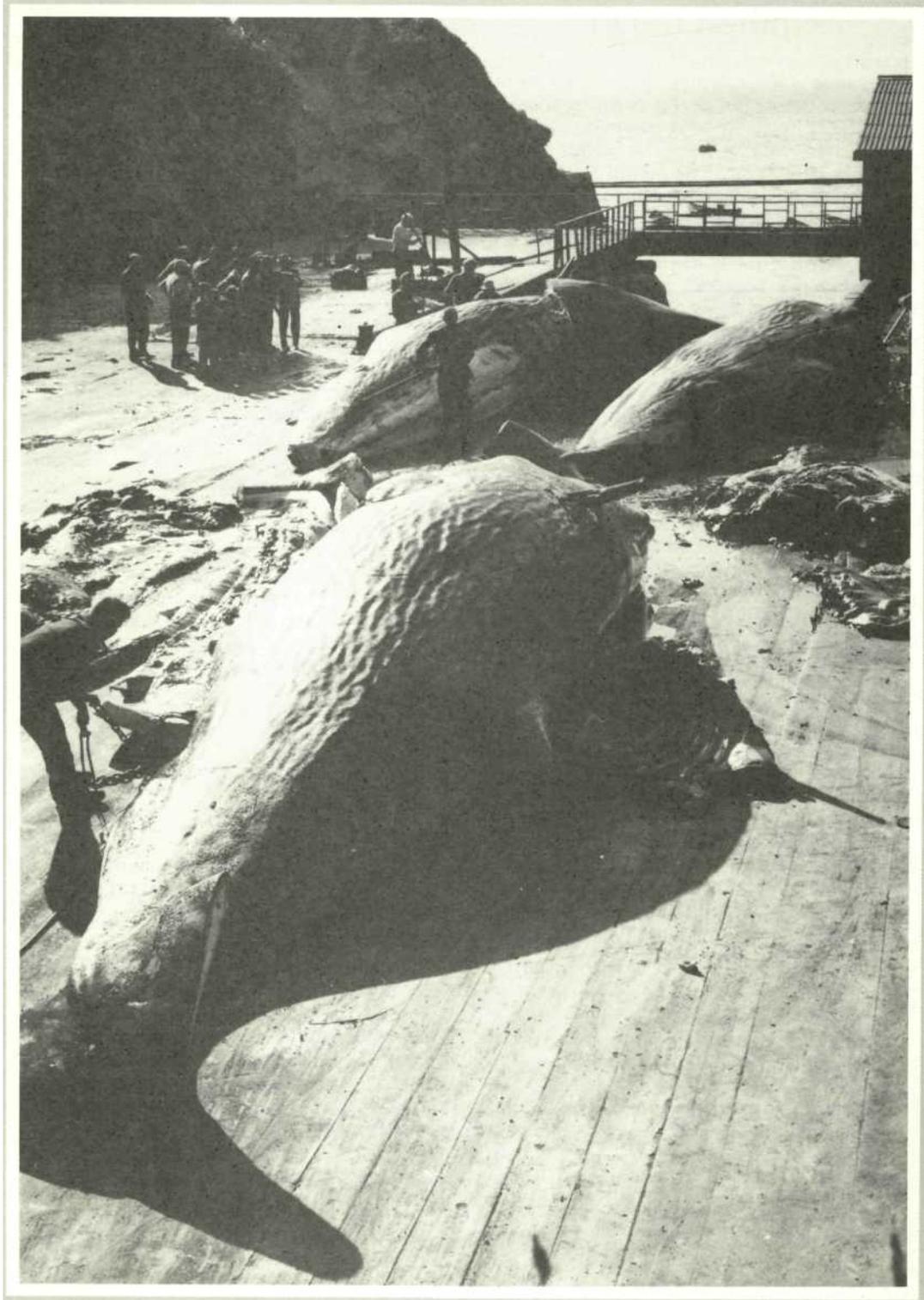
En relación a esta última atribución y el cumplimiento por parte de Chile, se puede señalar que nuestro país ha acatado las disposiciones de la Comisión, e incluso ha ido más allá, al decretar prohibición de captura de ballenas por período indefinido a contar del 15 de julio de 1983, adelantándose a

la moratoria mundial fijada para 1986 por la Comisión Ballenera Internacional.

Es a este interés por proteger y conservar las especies balleneras al que se le puede atribuir el carácter de factor precipitante del principio de las 200 millas de Zona Económica Exclusiva.

En efecto, a mediados de la década del 40, la Compañía Industrial de Valparaíso desarrolló la fórmula para hidrogenizar la grasa de cachalote, a raíz de lo cual se asoció con la firma Lever Bros, para la explotación del método. Sin embargo, Indus Lever no tenía capacidad para competir con los buques-fábricas que cazaban en el mar chileno sin respetar las de entonces 3 millas de mar territorial. Se efectuó en Lima una reunión para concertar la acción industrial de los países ribereños del Pacífico Sur. Se logró una decisión de importancia: recomendar la conveniencia de declarar por decreto supremo la extensión de las aguas chilenas hasta 200 millas. El Presidente González Videla acogió la recomendación y aceptó emitir la Declaración sobre Jurisdicción Marítima el 23 de junio de 1947. Sin embargo, se advirtió que muchas especies cumplen sus etapas biológicas en distintas partes del Océano, sugiriéndose coordinar la tarea con los países vecinos y ribereños. Se empezaba a gestar así la Comisión Permanente del Pacífico del Sur. En tal sentido, se logró el acuerdo con Perú, incluyendo posteriormente a Ecuador en la Conferencia del Pacífico Sur de 1952, que emitió la Declaración Tripartita de las 200 millas de zona marítima. De la llamada Declaración de Santiago, surge durante el mismo año la Comisión Permanente del Pacífico Sur como su órgano ejecutivo.

Hoy día la tesis de las 200 millas como Zona Económica Exclusiva es parte de una de las instituciones más importantes del Desarrollo Internacional Contemporáneo del Mar y sirve de base a la política marítima de nuestro país.



ordinadora y catalizadora de planes de acción que ejecutan los propios países y las agencias que se crean.

El Plan de Acción para el Pacífico Sudeste (1981), coordinado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur, con participación de Panamá, comprende etapas de evaluación ambiental, gestión ambiental y algunos acuerdos básicos que conforman un componente legal, de cuatro convenios aún no vigentes. Estos son: un Convenio para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste, el Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el combate contra la contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras sustancias nocivas en casos de emergencia; el Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación de Fuentes Terrestres y un Protocolo Complementario al Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras sustancias nocivas en casos de emergencia.

Estos instrumentos no son estrictamente originales de la región, por cuanto varios de ellos se han inspirado en sistemas similares de otras regiones, especialmente el Mediterráneo. Sin embargo, se aprecia un sello de originalidad en el último Protocolo Complementario indicado, que obedece a la necesidad de facilitar en la práctica la ayuda que los países pueden prestarse en casos de emergencia. Otro rasgo que es de carácter regional es la incorporación de estándares más flexibles en materia de contaminación proveniente de fuentes terrestres, de manera que no existe prohibición absoluta de realizar ciertos vertimientos.

De este modo, dos esquemas internacionales operan de manera complementaria respecto del medio marino chileno. Por una parte, operan los convenios de la Organización Marítima Internacional para cuestiones de contaminación, de alcance universal; y por otra, los planes regionales.

La adhesión de Chile a dos principales convenios ha sido un incentivo para modificar o establecer nuevas normas en la legislación nacional particularmente en la Ley de Navegación de 1978. Es interesante constatar en esta materia una política consciente y deliberada de establecer un programa a mediano plazo en el país que ha incluido la aprobación de convenios internacionales, la adquisición de equipos para controlar derrames, la capacitación de personal en las técnicas mundialmente utilizadas y la formulación de un plan de contingencia.

Los casos de accidentes graves ocurridos en nuestras costas —Napier en Isla Guamblin, en 1973; el Metula, en el Estrecho de Magallanes, en 1974, y el Cabo Tamar, en bahía San Vicente— fueron decisivos para que semejante política se adoptara en el país¹⁶, ya que la falta de adhesión al Convenio de Responsabilidad Civil (1969), por ejemplo, explica que poco se pudiera hacer en términos de limpieza o indemnizaciones a personas o entidades afectadas en los accidentes del Napier y del Metula.

En la actualidad, Chile está participando en el Convenio Internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos (1954), el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos (1969), y el Convenio Internacional sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias (1972)*.

Por último, no podrían dejar de destacarse en esta materia las características con que se ha diseñado un sistema de responsabilidad internacional, que vincula tanto a armadores como a Estados. Sólo puede eximirse de tal responsabilidad el causante del daño si demuestra que los daños resultaron por actos de guerra, por acción u omisión intencionada de un tercero, por negligencia u otro acto lesivo de cualquier gobierno o autoridad responsable de mantener luces o ayudas a la navegación; o si el propietario prueba negligencia del que sufrió el daño.

Chile no ha llegado a ser parte del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por buques, 1973, y de su Protocolo de 1978, ni del Protocolo relativo a la Intervención en Alta Mar, en caso de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos, de 1969. Tampoco se ha incorporado al Convenio sobre Constitución de un Fondo Internacional de Indemnizaciones de Daños causados por la contaminación de hidrocarburos de 1971 y a su Protocolo de 1976,

Protección de especies y recursos naturales

Si bien hasta ahora se ha presentado el medio ambiente en relaciones de carácter internacional, también es posible concebir esquemas de origen internacional, pero cuyo desarrollo y eficacia están dados por acciones de carácter doméstico. Surgen, en estos casos, nuevos enfoques acerca de la responsabilidad de los Estados ya que se trata de materias y acciones que sólo tienen repercusión interna.

Dentro de este contexto, podemos mencionar los siguientes esquemas básicos:

- la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los países de América (1940);
- la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Habitat de las aves acuáticas (1971, Chile);
- la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (1972);
- la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (1973);
- la Convención Internacional de la Caza de la Ballena (1946);
- el Convenio para la Conservación y el Manejo de la Vicuña (1979);,
- el Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de Fauna Salvaje (1979).

Los rasgos esenciales que pueden destacarse de esta serie de instrumentos internacionales, se derivan del concepto de que son los Estados y sus habitantes los mejores protectores de su fauna y flora silvestre, al mismo tiempo de que la cooperación internacional es indispensable para la protección de ciertas especies de fauna y flora silvestres, incluyendo el comercio internacional y su explotación excesiva*.

Algunos de estos esquemas apuntan a regular la comercialización y aprovechamiento de especies y especímenes silvestres (Convención CITES, 1973), en las etapas de importación, exportación y reexportación; o a regular una especie en particular (La Vicuña, 1979). En este último caso, el acuerdo tiende a la conservación de la vicuña para su gradual aprovechamiento económico, estableciéndose la prohibición total de su comercialización interna y externa, de sus productos al estado natural y de las manufacturas, hasta el 31 de diciembre de 1989. Este convenio regional — Perú, Ecuador, Bolivia y Chile— está coordinado con el Convenio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 1973), que, a su vez, está actuando sobre especies cuya supervivencia está en peligro o sobre aquellas que podrían estar en igual situación, de no regularse estrictamente su comercio, el cual se admite bajo cierto control. (Ver Inserción 'La Vicuña y el Poblador Andino').

De carácter complementario, puesto que enfatiza el aspecto doméstico de la conservación, el Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje (1979) reconoce el papel irremplazable de esa fauna como factor de estabilidad de los sistemas naturales. Este esquema se construye sobre la base de las especies que migran cíclica y predeciblemente dentro o fuera de los límites territoriales nacionales, imponiendo a los Estados con jurisdicción sobre sus áreas de distribución, el deber de adoptar medidas para la protección y conservación de su habitat. En algunos casos se impone un deber de prohibir la captura, preservar el habitat terrestre o acuático y de remover los obstáculos que interfieren en la normalidad de las migraciones. Asimismo, en otros se acentúa la cooperación internacional a fin de proteger las áreas de distribución de especies de migración transfronteriza. "Cada generación humana posee los recursos de la tierra para las futuras generaciones y tiene la obligación de asegurar que este legado sea conservado y que cuando se utilice sea usado en forma prudente", afirma el Convenio, dando a entender claramente cuál es su espíritu.

Por otra parte, la creación y mantenimiento de Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Monumentos Naturales y recursos de Regiones Vírgenes, con las consecuencias que implican para las

Se han incorporado a este Capítulo conceptos emitidos por el profesor Rafael Valenzuela.

actividades económicas dentro de los países, están comprendidas, con distintas características, en las demás convenciones mencionadas. La Convención sobre los Humedales de 1971, cuya aplicación en Chile se da en el Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica 'Carlos Andwanter', de Valdivia, incorpora el concepto de Zonas Húmedas de Carácter Internacional, cuya importancia está dada en términos de ecología, botánica, zoología, limnología o hidrología. Este instrumento se basa en las funciones ecológicas de las zonas húmedas como reguladoras de los regímenes de aguas que favorecen la conservación de una flora y fauna características, particularmente de la avifauna acuática.

La Convención de UNESCO (1972), a su vez, incorpora el concepto de 'patrimonio natural' aplicado a los Monumentos Naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal desde el punto de vista estético o científico, las formaciones geológicas y fisiológicas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyen el habitat de especies animales y vegetales amenazadas, que tengan un valor excepcional desde el punto de vista estético o científico y, por último, los lugares naturales o las zonas estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

De este conjunto seleccionado de instrumentos internacionales aplicables en el país pueden destacarse dos consecuencias: la primera, que aunque se refiere a cuestiones cuyos alcances son esencialmente nacionales, por los recursos y actividades que involucran, el hecho que sean internacionalmente examinados les da una dimensión de mayor cuidado en cuanto a los deberes que involucran y una supervigilancia internacional; por otra parte, que envuelven un fenómeno de uniformidad en prácticas y políticas de países de regiones diferentes y con trayectorias distintas. Este podrá ser el caso, por ejemplo, de ponerse en ejecución en Chile un sistema nacional de áreas silvestres protegidas bajo el marco de la Convención de Protección de Zonas Húmedas.

El grado de aplicación efectiva de estos acuerdos está vinculado a diversos factores internos, institucionales, legislativos, financieros, científicos y antropológicos que no son fácilmente cuantificables. Sintetizando los principales obstáculos que la aplicación de determinados instrumentos plantean, pueden señalarse los de carácter geográfico, la falta de conciencia ecológica de los habitantes y el hecho de que algunas poblaciones dependen de o desarrollan actividades comerciales con las especies protegidas. Esto significa la necesidad de adoptar mecanismos múltiples para acomodar los objetivos de preservación de las especies dañadas y de inserción de las poblaciones vinculadas, con adiestramiento legal y práctico. Es uno de los problemas que aborda la creación de Parques Nacionales.

De esta manera, junto con la dimensión de política exterior que estos esquemas presentan, la efectividad de su puesta en práctica merece ser examinada en su dimensión burocrática y en los resultados obtenidos en relación con determinadas especies de flora y fauna, y con las áreas seleccionadas. En cuanto a las especies, y a título de ejemplo, pueden cuantificarse aumentos en los últimos años de las vicuñas, guanacos de la Tierra del Fuego y huemules de Magallanes y Aysen. Otros resultados no pueden ser fácilmente apreciados. Considerados los mecanismos en su globalidad, aparece la importancia de enfatizar la interacción entre universidades, centros de estudio científico y los organismos burocráticos especializados, los entes fiscalizadores e inspectores, para abordar los enfoques de protección que los instrumentos internacionales proporcionan, teniendo en cuenta los obstáculos antes señalados y los requerimientos en capacitación que demandan. Desde el punto de vista jurídico, estos acuerdos han suplido, en los últimos años, las graves carencias de las normas internas en Chile.

Especial significado tiene el programa sobre El Hombre y la Biosfera, de UNESCO, respecto de la formación de personal calificado y capacitado para el manejo racional de los recursos naturales, por cuanto examina tanto las repercusiones ambientales en la población humana, como el impacto del hombre en el ambiente. Iniciado internacionalmente en 1971 se desarrollan en el país 4 de los 14 campos de acción, sobre ciertos aspectos ecológicos y de reservas de la biosfera. Debe destacarse que es un caso peculiar de actividad científica aplicada al medio ambiente humano, cuyas líneas de acción y evaluación las realiza un Consejo Internacional de Coordinación, del cual Chile es miembro.

Dentro de esta misma preocupación, pero con otros alcances, es que debe encararse el caso de la

La vicuña y el poblador andino

La conservación y manejo de la vicuña ha sido posible, en medida importante, por la acción conjunta de varios Estados. En efecto, un Convenio fue propuesto originalmente en 1969 por Chile, Bolivia, Ecuador y Perú y reformulado en 1979. En esta ocasión se agregó Argentina, siendo ratificado por Chile en 1980 en su nueva versión.

Tiene por objetivo central constituir a la vicuña en una alternativa de producción económica para el poblador andino. Para tal efecto, el Convenio prohíbe la caza y comercialización ilegales de la especie y de sus productos dentro de los territorios de los países signatarios. Al respecto, cabe señalar que la lana de la vicuña es considerada una de las más finas del mundo. Otro aspecto importante del Convenio consiste en la ejecución de investigaciones integrales sobre la especie.

En Chile el organismo encargado de cautelar el Convenio es la Corporación Nacional Forestal, CONAF, y de implementarlo es la División de Protección de los Recursos Renovables del Servicio Agrícola Ganadero, SAG.

La eficacia del convenio se infiere de lo siguiente. A la fecha de la puesta en práctica en su versión original —comienzos de la década del 70— la población de camélidos vicuña en el territorio chileno era aproximadamente de 400 ejemplares.

Según el Censo realizado en 1982, la población creció a 12.403 ejemplares. Por otra parte, una comparación con las experiencias de otros Estados signatarios determinó que en el Parque Nacional Lauca —una de las tres áreas protegidas— las poblaciones han tenido incrementos positivos de 22 por ciento anual, similares a las alcanzadas en Perú y Bolivia.

Por otra parte, en la Reserva Nacional 'Las Vicuñas', en opinión de los expertos de CONAF, ya se puede iniciar el uso de técnicas de manejo, es decir, caza de control poblacional, debido a que en algunas zonas la capacidad de carga de las praderas estaría a punto de saturarse. Esta situación señalaría, entonces, el comienzo de la concreción del objetivo central del Convenio, es decir, la transformación de la especie en una alternativa económica para el poblador andino.

El éxito alcanzado en el aumento poblacional de la especie, la asistencia de Chile a las Reuniones de la Comisión Técnico-Administrativa del Convenio, la realización de estudios científicos tanto ecológicos como económicos, como asimismo el celo exhibido por los organismos nacionales del Convenio, permiten afirmar que el grado de cumplimiento por parte de Chile de las normas y recomendaciones del acuerdo es cabal, como eficaz ha sido su implementación en función de los objetivos propuestos.



Antártica, regida por el Tratado de Washington de 1959, vigente desde 1981. Se trata de un continente y espacios marítimos en los cuales la soberanía ha sido combinada con un esquema de cooperación internacional para fines pacíficos. Es, en consecuencia, un esquema funcional de protección del medio ambiente, por tratarse de principios y medidas concertadas a nivel internacional cuya fuente última es el tratado mencionado.

En este sentido, existen esquemas globales o parciales de regulación y decisión sobre un creciente número de materias, que, sin menoscabar el estatus territorial del continente y el equilibrio entre países reclamantes (Chile) y no reclamantes, sirven de instrumentos para el desarrollo del Sistema, particularmente de sus recursos. La Antártica, como un área especial de conservación, es un caso único en el planeta, puesto que todo el espacio situado más allá de los 60° de latitud sur se encuentra sometido a una estricta prohibición de realizar todo tipo de ensayo de armas, explosiones nucleares y eliminar desechos radiactivos.

La responsabilidad especial que sobrellevan los países que poseen la calidad de partes consultivas —16 en la actualidad, entre ellos Chile—, se aplica esencialmente a la protección del ecosistema antártico e inspira los instrumentos que se han generado para las focas antárticas (1972) y los recursos vivos en general (1980).

Según se ha destacado, los objetivos vinculados a la conservación en la Antártica pueden resumirse como: la protección del paisaje, la flora y la fauna al sur de los 60° de latitud sur; la protección de las islas subantárticas al norte de los 60°, y el manejo racional de los recursos vivos en esos espacios marinos de manera que puedan aprovecharse las proteínas sin daño irreversible para el ecosistema o agotamiento indebido de las especies que se explotan. Desde el punto de vista del medio ambiente, la Antártica, y sus espacios marítimos, constituye un caso especial de conservación, lo que la convierte en una auténtica reserva del planeta.

En las páginas precedentes se ha tratado de perfilar la dimensión internacional del medio ambiente chileno, buscando conocer, además, las tendencias y rasgos del contexto internacional en esta materia. En términos generales, podemos destacar que, si bien el medio ambiente se presenta cada vez más vinculado a situaciones o decisiones de carácter político internacional, es en materia de derecho internacional donde se produce una decantación de principios y esquemas de protección ambiental. Chile ha accedido a un gran número de acuerdos ambientales.

En el caso específico de Chile, desde el punto de vista internacional, el medio ambiente aparece con una serie de acciones y políticas. Por sus implicancias internacionales y por su trascendencia en la medida en que se inicia una etapa de concertación internacional, se ha destacado el fenómeno de creación de la zona marítima de 200 millas, conocida en la actualidad como zona económica exclusiva. Esta nueva concepción de política oceánica no sería completa si no estuviera imbuida de propósitos conservacionistas.

La zona económica exclusiva no es un fenómeno aislado dentro de la renovación del derecho del mar y de las políticas oceánicas de los países, sino que, desde otros ángulos, los problemas derivados de la contaminación marina por hidrocarburos y otras sustancias, han dado origen a nuevos enfoques de protección de los mares, estándares y regulaciones internacionales.

Al mismo tiempo, debe reconocerse la incidencia que tiene en Chile la aplicación de ciertos instrumentos internacionales de protección de ciertas especies, tales como la vicuña y otras en vías de extinción; u otras formas de protección de la naturaleza, ya que se trata de sistemas que demandan preparación científica y manejo técnico para poder ser efectivamente puestos en marcha. Esto incide en el desarrollo de una comunidad científica ambiental que debería estar encargada de realizar las evaluaciones para la correcta aplicación de los conceptos internacionalmente establecidos a nivel general. El caso de la cooperación científica en la Antártica es un ejemplo en este sentido, aunque la aplicación cabal de la convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (1980, Chile), y su impacto sobre el krill, puede, eventualmente, demostrar nuevas necesidades en esa materia.

Protección del medio ambiente antártico

El Continente Antártico cubre 14 millones de km², vale decir, un 10 por ciento de la tierra; los mares que lo rodean a su vez constituyen el 10 por ciento de la superficie marítima mundial. Ambos espacios están protegidos por el acuerdo político y jurídico de 1959, firmado en Washington, que los consagra como zona de paz, libre de armas nucleares, así como proscrita al ensayo de armas y a la eliminación de desechos radiactivos. La contribución a la seguridad internacional, desde este punto de vista, es innegable. El Tratado Antártico mismo está basado en los principios de la no militarización, el libre acceso y la libertad de investigación científica, así como en la cooperación para fines pacíficos.

El desarrollo de los recursos, influido por el creciente interés en los recursos vivos y en los hidrocarburos, justifica las mayores medidas adoptadas en el marco de este régimen. Es el caso de las medidas acordadas para la conservación de la Flora y Fauna Antártica (1964), de la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (1972, Chile) y de la Convención para la Conservación de los Recursos Marinos Vivos Antárticos (1980, Chile). Estos instrumentos apoyan propósitos de conservación subyacentes en el Tratado en el sentido de proteger el paisaje, la flora y la fauna al sur de la latitud 60°S; proteger los ecosistemas isleños en la región subantártica al norte de 60°S. en el territorio de interés para el Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR) y ordenar prudentemente los recursos biológicos en el océano meridional, de modo de extraer una cosecha proteica sin causar un perjuicio irreversible al ecosistema o un agotamiento indebido de las especies. Se han creado sitios de especial interés científico y áreas especialmente protegidas conforme a estos propósitos.

La realidad sufrida por los recursos vivos antárticos antes de la implantación de estos regímenes es conocida. La ballena, cuya

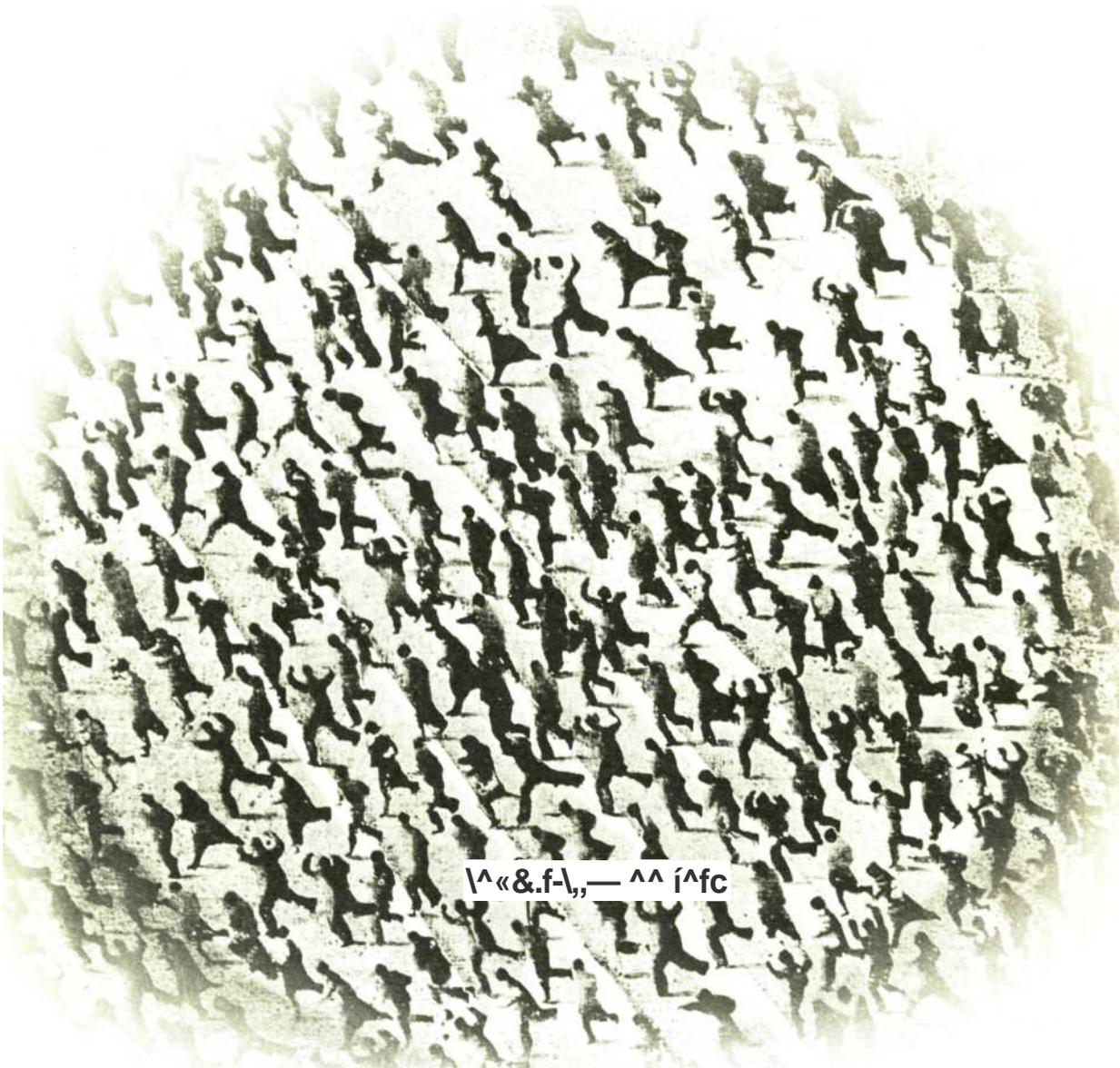
caza se dio en abundancia entre 1892 y hasta los años treinta, fue sometida, desde 1946, al sistema de la Comisión Ballenera Internacional, a fin de preservarla de su virtual desaparición. Las focas antárticas, particularmente las focas peleteras, y el elefante marino fueron prácticamente exterminados en el mismo período. Con el sistema de la Convención de 1972 se los ha recuperado en gran medida. Por otra parte, el papel del krill es vital en el ecosistema marino antártico, en el proceso de conversión de la biomasa vegetal a biomasa animal; se estima que constituye el 50 por ciento del zooplancton. Su explotación comercial se está llevando a cabo desde los años sesenta. La Convención sobre Recursos Marinos Vivos Antárticos, aplicable a todos los organismos vivos —krill—, excepto las ballenas y las focas antárticas, abarca el total del ecosistema, incorporando los problemas de la conservación y del manejo del desarrollo de esos recursos a la esfera de la cooperación internacional.

Las expectativas de una explotación de hidrocarburos en las plataformas continentales antárticas han constituido en los últimos años otro aspecto de relevancia ambiental. Negociaciones para establecer un régimen mineral se están llevando a cabo desde 1981 aunque el tema se ha debatido durante varios años. Dentro del Sistema Antártico se busca compatibilizar la elaboración de un régimen mineral con la protección del singular ambiente antártico y de sus ecosistemas dependientes; para lograrlo es necesario incluir los medios para evaluar las posibles repercusiones de las actividades minerales en el medio ambiente antártico a fin de asegurar la adopción de decisiones informadas, así como para determinar los criterios de aceptabilidad de esas actividades. En la actualidad, los expertos de los países consultivos están trabajando para la elaboración de métodos de evaluación de impacto ambiental, así como para establecer principios de protección de ese medio ambiente particular.

Convenios del medio ambiente en los que Chile es parte

1. Convenio Relativo al Empleo de la Cerusa en la Pintura.
Ginebra, OIT, 1921.
Ratificado el 15 de septiembre de 1925.
2. Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América.
Washington, D.C., 1940.
Diario Oficial: 4 de octubre de 1967.
3. Convención Internacional de la Caza de la Ballena, en su Forma Enmendada de 1956 y 1959.
Washington, D.C., 1946.
Diario Oficial: 21 de septiembre de 1979.
4. Convención Internacional de Protección Fito sanitaria.
Roma, 1951.
Ratificada el 3 de abril de 1952.
5. Tratado Antártico.
Washington, D.C., 1959.
Diario Oficial: 14 de junio y 2 de diciembre de 1961.
6. Tratado por el Cual se Prohíben los Ensayos con Armas Nucleares en la Atmósfera, el Espacio Ultraterrestre y Debajo del Agua.
Washington, D.C., Londres y Moscú, 1963. Diario Oficial: 8 de octubre de 1977.
7. Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos.
Bruselas, 1969.
Diario Oficial: 8 de octubre de 1977.
8. Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos.
Londres, OMI, 1954.
Diario Oficial: 6 de octubre de 1977.
9. Convenio sobre las Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Habitat de Aves Acuáticas.
Ramsar, Irán, 1971.
Diario Oficial: 11 de noviembre de 1981.
10. Convenio para la Conservación de las Focas Antárticas.
Londres, 1972.
Diario Oficial: 24 de abril de 1980.
11. Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural.
París, UNESCO, 1972.
Diario Oficial: 12 de mayo de 1980.
12. Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otros Materiales con sus anexos I, III y III.
Londres, México, Washington, D.C., Moscú, OMI, 1972.
Diario Oficial: 11 de octubre de 1977.
13. Convenio sobre la Producción y el Almacenamiento de Armas Bacteriológicas y Tóxicas.
Washington, D.C., 1972.
Diario Oficial: 17 de julio de 1980.
14. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestres.
Washington, D.C., 1973.
Diario Oficial: 25 de marzo de 1975.
15. Convenio para la Conservación de las Especies Migratorias de la Fauna Salvaje y sus Anexos.
Bonn, 1979.
Diario Oficial: 12 de diciembre de 1981.
16. Convenio para la Conservación y el Manejo de la Vicuña.
Lima, 1979.
Diario Oficial: 19 de mayo de 1981.
17. Convenio Multilateral para la Prosecución de las Actividades del Centro Regional de Sismología para la América del Sur (CERESIS).
Lima, 1971.
Diario Oficial: 20 de mayo de 1981.
18. Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos.
Canberra, 1980.
Diario Oficial: 13 de octubre de 1981.

CAPITULO 11
Derecho



Derecho

A medida que se ha aclarado el hecho de que el problema ambiental se resuelve finalmente en poder dominarnos a nosotros mismos y en poder dominar el control que hemos aprendido a ejercer sobre la naturaleza, ha venido quedando claro, también, que la solución al problema ambiental ha de ser una solución social, más que una solución tecnológica.

La cuestión ambiental, en efecto, pese a la nutrida gama de interrogantes y tareas que suscita en el ámbito de las ciencias naturales, plantea, fundamentalmente, cuestiones de valores y de actitudes, y por ende, de elecciones conductuales, pertenecientes al dominio y esfera de acción propios de las ciencias sociales, y más específicamente, de las disciplinas llamadas a ejercer control sobre los comportamientos humanos.

La misma ecología, que nos ayuda a comprender la forma como se estructura y funciona el ambiente, es neutra desde una perspectiva valorativa, e incapaz, por lo mismo, con sus solos medios, de actuar sobre las conductas humanas. Ella nos muestra lo que 'es', en el campo de su disciplina, pero no lo que 'debe ser' en términos de comportamientos humanos. Nos indica, con criterio biologicista, qué efectos han de seguirse con certeza o de acuerdo a probabilidades estadísticas de determinadas causas, pero no nos insta a actuar en uno u otro sentido según convenga al mantenimiento, y si es posible, al mejoramiento de la calidad de la vida, no sólo del hombre, sino del ecosistema total.

El deterioro progresivo de esta calidad de la vida suele atribuirse a causas tales como el incremento acelerado de la población humana, sus siempre crecientes tendencias consumistas y el mal uso de la tecnología. Tras estos hechos, sin embargo, subyace habitualmente un yerro profundo en percibir el ambiente como una totalidad en la que cada una de sus partes, incluido el hombre, es solidario de las restantes, y opera, como trasfondo, una trastocación valorativa que por la vía de atribuir primacía a 'lo más' sobre 'lo mejor' y al 'tener' sobre el 'ser' ha desatado un codicioso y febril saqueo del planeta tanto más inclemente cuanto que la 'conquista' de la naturaleza se ofrece a la

generalidad de los hombres como un 'desafío' para cuya aceptación se encuentran culturalmente predispuestos.

Ilustrar y persuadir a los hombres para que adopten comportamientos acordes con el imperativo de salvar la vida en la tierra, y la tierra para la vida, es tarea de la educación, en sus múltiples niveles y manifestaciones.

Imponer estos comportamientos es función del derecho, única disciplina normativa capaz de afianzar la observancia estable y generalizada de determinadas modalidades conductuales.

Por cierto, nunca será lo mismo hacer una cosa de propia iniciativa, por convicción personal, que bajo el peso de un mandato y la conminación de una sanción, pero la sociedad no puede permitir la demasía que la insensatez o la codicia de unos pocos socave las bases no ya del bienestar sino de la misma supervivencia de los demás.

Esto no implica postular que el derecho, con sus solos medios, sea capaz de ofrecer solución al problema ambiental, pero sí implica sostener, vigorosamente, que ni una ni todas las demás disciplinas concernidas en el problema ambiental pueden ofrecerle solución sin el concurso del derecho.

'Ni por el derecho ni sin el derecho' podría ser una frase que resuma este planteamiento.

Naturaleza del ambiente y de los problemas ambientales

La potencialidad del derecho como instrumento de solución del problema ambiental se encuentra condicionada en su base por la percepción de la estructura y dinámica ambientales con que operen las instancias de creación, aplicación e interpretación de la norma jurídica.

A estos efectos no parece existir otra forma adecuada de percibir el ambiente que como un sistema ecológico, o más precisamente, como un acoplamiento organizado de subsistemas ecológicos funcionalmente interdependientes, constituidos, a su vez, por factores dinámicamente interrelacionados.

Los subsistemas ecológicos, en efecto, no se dan en la realidad aislados unos de otros, sino se van integrando en unidades de funcionamiento de mayor tamaño y complejidad. Es así que un sistema estará constituido normalmente por otros sistemas, y pertenecerá, a la vez, a un sistema de orden superior, que podrá formar parte, a su turno, de un ente de mayor complejidad. Los sistemas menores, por lo mismo, deben ser considerados como unidades de funcionamiento, por lo que toca a sus elementos, y como elementos, por lo que toca a las unidades de funcionamiento de orden superior a las que se encuentran integrados, lo que equivale a decir que actúan, simultáneamente, como un todo, mirando hacia sus partes, y como una parte, mirando hacia el todo de mayor jerarquía organizacional que los acoge en su estructura¹.

Ahora bien, que el ambiente tenga la estructura y funcione como un 'sistema' implica que constituye un "conjunto de elementos entre los cuales existen relaciones de modo tal que toda modificación de un elemento o de una relación supone la modificación de los otros elementos y relaciones"².

En su interioridad, por lo mismo, todo se relaciona con todo, de manera que cualquiera alteración que experimente alguno de sus factores constitutivos o alguna de las relaciones que los ligan, acarrea, inevitablemente, alguna alteración en los restantes factores y en la trama de relaciones del conjunto al que se hallan integrados. Así, todo efecto, una vez producido, se convierte, a su vez, en una causa, y, lo que aparenta no afectar sino a uno solo de sus elementos o relaciones, termina por gravitar, de alguna forma, aunque sólo sea a nivel energético, sobre la estructura global³.

Esta estructura global, por otra parte, constituye, en sí misma, una entidad ambiental cuya forma y comportamiento difieren de la forma y comportamiento de la mera suma o yuxtaposición de sus componentes —factores ambientales, en sentido amplio, y sus interrelaciones—, al punto que, así como cualquier cambio en los componentes del sistema gravita, finalmente, sobre las propiedades de la estructura global, del mismo modo, cualquier cambio en las propiedades de la estructura

global retroacciona y gravita, de alguna forma y en alguna medida, sobre sus elementos constitutivos y sobre las interrelaciones que los enlazan funcionalmente.

Y tanto es así que se considera que se está propiamente ante un sistema "cuando los elementos están reunidos en una totalidad que, como tal, presenta ciertas propiedades, y cuando las propiedades de los elementos dependen, entera o parcialmente, de estas características de la totalidad"⁴.

Resulta de todo esto que los problemas ambientales, al margen de lo que pueda sugerir su apariencia, son siempre problemas concatenados, que no admiten ser desagregados sino para propósitos metodológicos u operacionales que apunten al análisis y manejo de sus variables más significativas. Como los factores y relaciones en que inciden, estos problemas se encuentran sutil y complejamente interconectados y proyectan sus consecuencias, a fin de cuentas, sobre la globalidad de la urdimbre ambiental en que se organizan los componentes ambientales que los padecen de modo prevaleciente. Su desagregación, por lo mismo, como cuando se hace referencia a los problemas del suelo, del aire o de las aguas, no debe pasar de consistir en un ejercicio analítico que reconozca como objetivo terminal la comprensión y tratamiento integrado de las conclusiones a que conduzca su examen sectorializado.

Debe repararse, por otra parte, en que los factores ambientales se organizan, espacial y temporalmente, en un proceso progresivo de complejización que va de lo abiótico* a lo cultural, pasando por lo biótico** y lo social, y que su conjugación tiene lugar mediante intercambios permanentes de energía, materia e información dinamizados por el flujo energético⁵.

Lo biótico del ambiente, dado por los componentes vegetales y animal, cede paso a lo social con la ocurrencia de los fenómenos de la agregación y la comunicación, y deviene, finalmente, en lo cultural con la invención y la utilización del simbolismo y de los artefactos. El hombre comparte con los vegetales y animales los niveles biótico y social de este proceso de complejización organizativa, siéndole privativo, solamente, el ámbito de lo cultural⁶.

Importa destacar la pertenencia y ubicación del hombre en esta trama ambiental para superar el paradigma dicotómico que le supone escindido del ambiente, y para poner de manifiesto su radical dependencia del ecosistema total, en cuanto especie biológica.

Que el ámbito de lo cultural le sea privativo no le libera de los condicionamientos ecológicos que sustentan y favorecen su presencia en la tierra, sino le convierte, solamente, por el contrario, en la única especie viviente con 'responsabilidades ambientales'.

Nada de lo que ocurra al ambiente es ajeno o indiferente a los factores ambientales, y el hombre carece simplemente de títulos para escapar a esta regla.

Hacia un concepto de legislación ambiental

Históricamente, la incidencia del derecho en materias ambientales ha sido de dos clases, a saber, casual y deliberada.

Legislación Casual. Esta incidencia ha sido 'casual' cada vez que el ordenamiento jurídico ha operado efectos relevantes sobre los factores ambientales o sobre las relaciones que los enlazan, sin que estos efectos hayan sido buscados como consecuencias previstas de sus prescripciones normativas. La regulación de los atributos inherentes a la 'propiedad privada' podría ilustrar un caso de este tipo de incidencia respecto de los componentes del ambiente en que se ha dado cabida a su apropiación por los particulares. La 'casualidad' de esta incidencia no determina necesariamente que la repercusión ambiental de esta normativa sea negativa. Su relevancia ambiental es radicalmente aleatoria.

Legislación Deliberada. Hablamos de incidencia ambiental 'deliberada', en cambio, cuando el ordenamiento jurídico trasunta un diseño concebido de propósito para encarar una situación identificada como perteneciente a la problemática ambiental, y apunta, por lo tanto, confesadamente,

Abiótico: *elemento inerte*.
Biótico: *elemento vivo*.

al resguardo de interés ambiental elevado a la categoría de bien jurídico protegido. La proyección ambiental explícita de esta normativa no constituye prenda, sin embargo, que sus efectos ambientales vayan a ser positivos. Ello va a depender, fundamentalmente, de su mayor o menor correspondencia con una visión acertada de la estructura y dinámica ambientales.

Cierta normativa de este tipo busca prevenir que determinadas condiciones ambientales operen con efectos perjudiciales sobre la salud o el bienestar humanos, o sobre la salubridad de los animales y vegetales de los que el hombre reporta provecho inmediato. Los códigos sanitarios y las reglamentaciones sobre sanidad vegetal y animal abundan en disposiciones de esta clase. Los parámetros antropocéntricos con que opera esta normativa la inhiben de actuar sobre los componentes ambientales de manera integrada e integral, por lo que sus regulaciones no comportan seguridad alguna de un efecto ambiental global positivo.

Otra variante de esta normativa se orienta a evitar conflictos de intereses entre los diferentes usuarios de los mismos componentes del ambiente, o a precaver los daños o molestias que su utilización pueda acarrear a terceros. Los códigos de aguas y las regulaciones sobre prevención de la contaminación proveniente de fuentes industriales se inscriben habitualmente en estos propósitos. Esta normativa no difiere de la del tipo anterior sino por el desplazamiento del interés de lo sanitario a lo patrimonial. Por lo mismo, desde una perspectiva ambiental global resulta incapaz de afianzar una contribución beneficiosa a la estabilidad funcional del todo en que opera.

Una forma evolucionada de la incidencia deliberada del derecho en el campo ambiental se encuentra exteriorizada en la normativa dictada para prevenir el agotamiento o el deterioro de determinados factores del ambiente considerados en sí mismos, esto es, más allá de los intereses sanitarios o patrimoniales contingentes, puestos en juego con motivo de su utilización. Tal es el caso, por ejemplo, de las normas dictadas para dispensar protección a ciertas especies amenazadas de la flora y de la fauna silvestres. Esta normativa, no obstante, persevera en dar la espalda al carácter orgánico y dinámico de la realidad ambiental, y, por discurrir sobre bases de causalidad lineal, más que de causalidad circular, suele desembocar en pseudosoluciones que no arriban sino a la transferencia de los problemas de un factor ambiental a otro, cuando no se convierte en causa de inesperados desequilibrios ecológicos.

A estas modalidades de legislación de relevancia ambiental deliberada que operan con enfoques o tras objetivos meramente sanitarios, patrimonialistas, conservacionistas, o, cuando menos, sectoriales, les damos el calificativo de 'heterodoxas', y les desconocemos el merecimiento a la denominación de 'legislación ambiental'.

Legislación Ambiental. Reservando el calificativo 'ambiental' para aludir a lo que concierne al ambiente en su identidad específica, llamamos 'legislación ambiental' a la que reconoce como bien jurídico protegido el resguardo de los sistemas ambientales, en cuanto tales, regulando el manejo de los factores que los constituyen con una perspectiva global e integradora, sobre la base del reconocimiento de las interacciones dinámicas que se dan entre ellos, y con miras a afianzar el mantenimiento, y si es posible, a incrementar los presupuestos del equilibrio funcional del todo de que forma parte.

A una legislación de relevancia ambiental deliberada, así concebida y diseñada, le damos también el calificativo de 'ortodoxa', por contraposición a la que hemos denominado 'heterodoxa'.

Derecho Ambiental. Entendemos el 'derecho ambiental', en estricto sentido, como el complejo identificable de elementos teóricos y prácticos de orden doctrinal, legal y jurisprudencial desarrollados en torno a la globalidad de los fenómenos de creación, interpretación y aplicación de la "legislación ambiental".

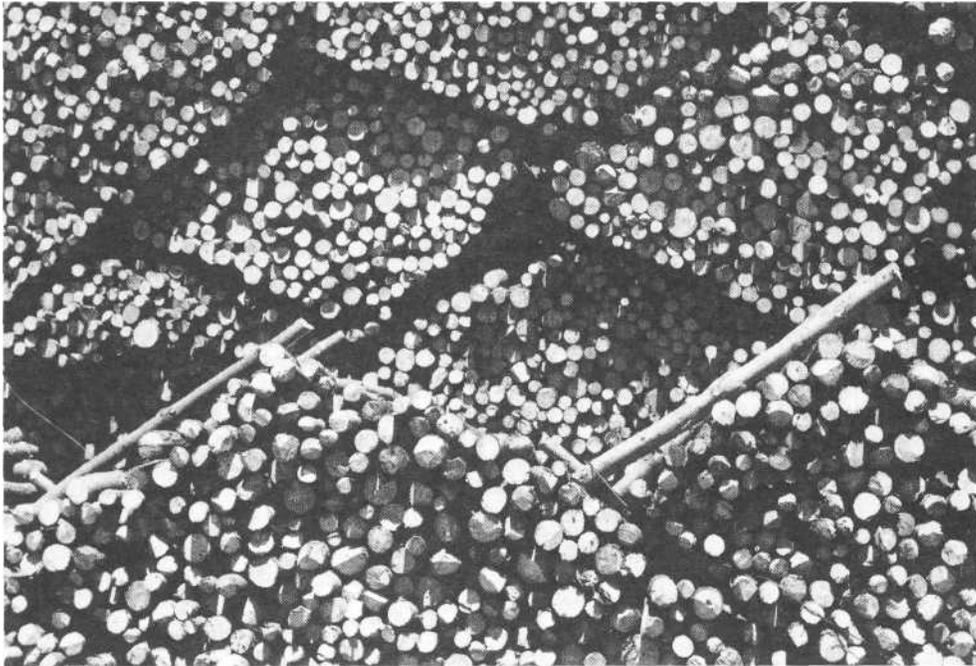
En sentido lato, en cambio, incluimos también en el concepto de derecho ambiental lo concerniente a la legislación de incidencia ambiental deliberada heterodoxa, e, incluso, lo relativo a la legislación de incidencia ambiental casual, desde que estas categorías normativas, pese a su percepción inadecuada de la problemática ambiental, operan, no obstante, de hecho, o pueden llegar a operar efectos estimables, más o menos beneficiosos o perjudiciales, sobre la estructura ambiental global, lo que no parece deba quedar ajeno a la consideración de las relaciones entre derecho y ambiente.

Consideraciones sobre una política ambiental

- "... Cada país debe hallar sus propias soluciones a la luz de sus problemas peculiares y dentro del marco de sus propios valores políticos, sociales y culturales. La formulación de objetivos en lo que respecta al medio, al igual que la formulación de políticas económicas y sociales en general, cae total y exclusivamente dentro de la competencia soberana de los países en desarrollo".

- "Es importante que la política ambiental sea parte integrante de la política general de desarrollo y que se le considere como parte del ámbito global de la planificación económica y social. Como hemos mencionado, repetidamente, el interés en las cuestiones ambientales es tan sólo una faceta más del problema del desarrollo de los países en desarrollo y no puede ser considerado separadamente del esfuerzo que llevan a cabo en pro de su crecimiento. El objetivo deberá ser el de considerar el mejoramiento del medio como una de las múltiples metas de un plan de desarrollo. Los países en desarrollo gozan de ciertas ventajas que les son inherentes en la coordinación de la

política ambiental y de la política de crecimiento. La mayoría de ellos se valen ya de la planificación, de modo que la imposición o la aceptación de controles sociales no constituye nada nuevo para ellos. Asimismo, están iniciando nuevas actividades y, por lo tanto, pueden prever los efectos ambientales que podrían producirse y tenerlos en cuenta en sus planes actuales. La limitación principal que existe en los países en desarrollo es, por supuesto, la de los recursos, lo cual plantea la necesidad de adoptar decisiones bastante difíciles, eligiendo entre los diversos objetivos del planeamiento. Puesto que la mejora del medio puede considerarse únicamente como uno de los objetivos múltiples de la planificación, su orden de prioridad en relación con otros objetivos deberá ser determinado por cada sociedad en vista de la urgencia de sus propios problemas económicos y sociales y de la etapa de desarrollo en que se encuentre. Básicamente, se trata de los usos posibles de los recursos dentro del marco de una planificación económica y social integral".



Normativa jurídico-ambiental

Arribar a un concepto apropiado de 'legislación ambiental' dista mucho de constituir una cuestión de índole puramente académica, dado que, tan pronto se logra una aproximación a este concepto, se dispone de una directiva operacional para discernir la eficacia potencial de la normativa por la que se procura concurrir a la solución del problema ambiental, lo que entraña un asunto de orden eminentemente práctico.

Ahora bien, lo que sea e implique esta eficacia potencial del ordenamiento jurídico-ambiental es cosa que puede entenderse a la luz del distingo entre la vigencia, la eficacia y la eficiencia de la norma jurídica *.

Vigencia. La 'vigencia' de la norma jurídica envuelve una cuestión puramente de derecho, no susceptible de gradación, que alude a su existencia como tal, esto es, como modelo anticipatorio, descriptivo y vinculante que preestablece una conducta como debida y prevé la aplicación de una sanción para la eventualidad de su inobservancia. Así, cuando se predica de una norma jurídica que es una norma 'vigente', se está afirmando simplemente que existe, en cuanto instrumento regulador de los comportamientos sociales respaldado por el poder coactivo del Estado. Desde esta perspectiva la norma jurídica es considerada, por así decirlo, en estado de reposo. Ahora bien, resulta patente que desde este punto de vista estrictamente técnico la norma jurídica o es norma vigente o no lo es, pero no puede serlo a medias.

Eficacia. La 'eficacia' de la norma jurídica, en cambio, entraña una cuestión de hecho, susceptible de gradación, que alude a la medida en que los comportamientos sociales imperados por sus mandatos aportan la solución requerida por el problema que se tuvo en vista al tiempo de su establecimiento. Cuando se afirma, pues, de una norma jurídica, que es 'eficaz', no se está haciendo otra cosa que reconocer que las respuestas conductuales reclamadas por su contenido preceptivo han sido las apropiadas para encarar la situación que motivó, precisamente, su imposición. La eficacia de la norma jurídica supone, ciertamente, su vigencia, pero su vigencia —hay que tenerlo presente— no implica ni asegura en modo alguno su eficacia, de donde resulta que bien puede estarse ante una norma a un mismo tiempo 'vigente' y parcial o totalmente 'ineficaz'. La eficacia de la norma, por otra parte, puede ser referida a dos momentos distintos de su existencia jurídica. Se dirá, así, que la norma comporta 'eficacia potencial' con relación al momento en que nace como contenido preceptivo. En cambio, se hablará de 'eficacia actual' o simplemente de 'eficacia', con referencia a su operación práctica como instrumento regulador de los comportamientos sociales, lo que importará hacer cuestión de una tercera perspectiva desde la que puede ser visualizada la norma jurídica, a saber, la de su eficiencia.

Eficiencia. La 'eficiencia' de la norma jurídica toca, como su eficacia, a la cuestión de hecho, afecta a gradación y alude al obedecimiento efectivo, espontáneo o provocado, del 'deber ser' impuesto por la norma vigente. De este modo, cuando se sostiene de una norma jurídica que es 'eficiente', se da por descontada su vigencia, y se quiere significar que sus prescripciones conductuales han alcanzado un grado satisfactorio de aplicación y cumplimiento, ora por sometimiento voluntario a sus mandatos de los sujetos imperados por su contenido preceptivo, ora por acción de los agentes encargados de imponer su acatamiento. Debe repararse, con todo, que el hecho que la vigencia de la norma constituya un supuesto de su eficiencia no crea relación alguna de causalidad necesaria entre una cosa y la otra, por manera que una norma 'vigente' puede ser, de hecho, parcial o totalmente 'ineficiente'. Menos todavía la eficacia potencial de la norma otorga prenda de su eficiencia, aunque, en cambio, y resulta muy importante tenerlo presente, la eficiencia de la norma sí constituye presupuesto y concreción del tránsito de su eficacia potencial a su eficacia actual.

Puede tenerse, de esta manera, extremando las interrelaciones de estas categorías, que una norma vigente sea, simultáneamente, 'potencialmente eficaz' pero 'totalmente ineficiente', o 'ineficaz'

En esta parte se sigue muy de cerca el pensamiento desarrollado por Agustín Squella Narducci en Derecho, desobediencia y justicia, EDEVAL, Valparaíso, 1977, siendo de notar, sin embargo, que Squella utiliza el término 'eficacia' para referirse al acatamiento práctico de la norma jurídica.

aunque 'plenamente eficiente'. En ninguna de las dos hipótesis la norma acarreará efectos satisfactorios. En el primer caso, por falta de acatamiento; en el segundo, por carencia de idoneidad.

La conceptualización que se ha hecho de la 'legislación ambiental' se sitúa en el plano de la 'eficacia potencial' de la norma jurídica.

Ello implica, en primer término, que, no importa cuál sea el grado de acatamiento que obtenga en definitiva la legislación de relevancia ambiental deliberada, dicho acatamiento no importará una contribución predeciblemente beneficiosa a la solución del problema ambiental sino a condición que dicha normativa se inscriba en el objetivo de propender al resguardo de la estabilidad funcional de los sistemas ambientales, considerados en cuanto tales.

En segundo término implica que la normativa dictada para, el resguardo del equilibrio dinámico de los sistemas ambientales requiere alcanzar un determinado grado de eficiencia práctica para lograr la 'eficacia actual' condicionante de su operatividad como contribución positiva del derecho a la solución del problema ambiental.

Un contenido cultural fuertemente arraigado mueve a muchos a suponer que basta dictar una ley para arreglar un problema. Lo cierto, sin embargo, es que la dictación de una ley puede tranquilizar la conciencia de los gobernantes o aplacar las demandas de los gobernados, pero no puede arreglar nada sino a condición que sus contenidos normativos recorran el arduo camino que media entre su 'vigencia' y 'eficacia potencial' y su 'eficacia actual', y que debe pasar, indefectiblemente, por el estadio de la 'eficiencia'.

Puesto en otros términos, los problemas no se solucionan 'por' las leyes, sino 'por medio' de las leyes, cuando éstas, siendo potencialmente eficaces, alcanzan un margen suficiente de eficiencia social⁷.

Camino expedito a la eficiencia y escasa necesidad de recurrir a la coacción va a tener la ley respecto de quienes reconocen la legitimidad de su legalidad y harían lo que se les manda por propia convicción. Camino lleno de vicisitudes y escollos tendrá, en cambio, la ley que pugna con el sentido de justicia y de conveniencia del pueblo y no puede exhibir como crédito de su legitimidad otro argumento que su sola legalidad. Su eficiencia dependerá de un permanente recurso a la coacción, y hasta esta misma instancia se mostrará tributaria finalmente de los cánones valorativos prevaletentes en la comunidad, que son parte de su identidad cultural, y no hacen muchas distinciones, por lo mismo, entre quienes deben someterse a la ley como sujetos pasivos de sus contenidos preceptivos, prestando acatamiento a sus mandatos, y quienes deben hacerlo como sujetos activos de la misma, imponiendo dicho acatamiento.

Será, pues, con cambios producidos en las esferas de lo cognoscitivo y de lo afectivo como puedan prepararse y afianzarse cambios en la esfera de lo conductual. La 'Norma' que no comienza por regir en el fuero íntimo de quienes están llamados a obedecerla y a hacerla obedecer difícilmente puede alcanzar un grado satisfactorio de observancia práctica.

Es así que, tanto o más que hombres apoyados en leyes, lo que el problema ambiental reclama al derecho son leyes apoyadas en hombres, esto es, en personas que hayan internalizado masivamente la justificación de las exigencias conductuales reclamadas por la protección de los ecosistemas, lo que señala una tarea inmensa a la educación, en todos sus niveles.

Juicio crítico sobre el ordenamiento jurídico-ambiental nacional

Nuestro país carece hasta el momento de una política nacional ambiental.

El país no ha definido objetivos nacionales globales a este respecto que sirvan de punto de referencia y de inspiración a una instrumentación normativa coherente y eficaz. Existen, es cierto, políticas y objetivos sectoriales, pero ellos no cubren toda la problemática ambiental ni menos podría sostenerse que la suma de estos objetivos llega a conformar una política ambiental general.

Chile no ha definido lo que busca en materia ambiental, ni cómo espera conseguirlo ni cuánto está dispuesto a pagar por ello.

Derechos y deberes económicos de los Estados

"La protección, la preservación y el mejoramiento del medio ambiente para las generaciones presentes y futuras es responsabilidad de todos los Estados. Todos los Estados deben tratar de establecer sus propias políticas ambientales y de desarrollo de conformidad con esa responsabilidad. Las políticas ambientales de todos los Estados deben promover y no afectar adversamente el actual y futuro potencial de crecimiento de los países

en desarrollo. Todos los Estados tienen la responsabilidad de velar porque las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de las zonas situadas fuera de los límites de la jurisdicción nacional. Todos los Estados deben cooperar en la elaboración de normas y reglamentaciones internacionales en la esfera del medio ambiente".

Declaración de principios

Principio 1

"El hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal, que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras..."

Principio 2

Los recursos naturales de la Tierra, incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna, y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga.

Principio 3

Debe mantenerse y, siempre que sea posible restaurarse o mejorarse la capacidad de la Tierra para producir recursos vitales renovables.

Principio 4

El hombre tiene la responsabilidad especial de preservar y administrar juiciosamente el patrimonio de la flora y fauna silvestres y de su habitat, que se encuentran actualmente en grave peligro por una combinación de

factores adversos. En consecuencia, al planificar el desarrollo económico debe atribuirse importancia a la conservación de la naturaleza, incluidas la flora y fauna silvestres.

Principio 5

Los recursos no renovables de la Tierra deben emplearse de forma que se evite el peligro de su futuro agotamiento y se asegure que toda la humanidad comparta los beneficios de tal empleo.

Principio 13

A fin de lograr una más racional ordenación de los recursos y mejorar así las condiciones ambientales, los Estados deberían adoptar un enfoque integrado y coordinado de la planificación de su desarrollo de modo que quede asegurada la compatibilidad del desarrollo con la necesidad de proteger y mejorar el medio humano en beneficio de su población.

Principio 14

La planificación racional constituye un instrumento indispensable para conciliar las diferencias que puedan surgir entre las exigencias del desarrollo y la necesidad de proteger y mejorar el medio".

El país carece, por otra parte, de un ordenamiento jurídico general sobre conservación ambiental.

A falta de objetivos nacionales globales en la materia, su legislación de relevancia ambiental sólo se hace cargo de los problemas del ambiente de manera sectorial, y con marcado énfasis en lo sanitario y en lo patrimonial.

Deriva de ello, que nuestro ordenamiento jurídico-ambiental exhiba un bajo grado de 'eficacia potencial' y que no merezca, por lo mismo, con propiedad, el calificativo de 'legislación ambiental'.

Hasta el momento, siguen constituyendo minoría las personas cuyo repertorio cultural les propone como legítimas las imposiciones y restricciones dictadas para la defensa del ambiente, con el agravante que el hombre medio no sólo carece de motivaciones valorativas positivas para allanarse a estas regulaciones, sino, por el contrario, se encuentra motivado negativamente a eludirlas y rehusarles acatamiento, desde que se siente identificado con hábitos seculares de explotación irrestricta de los componentes ambientales, para cuyo abandono o sustitución no encuentra razones valederas.

Se sigue de esta situación que nuestro ordenamiento jurídico-ambiental, en el concierto de la normativa 'vigente', ostente uno de los más bajos índices de 'eficiencia' social, con todas las limitaciones que ello comporta en términos de 'ineficacia actual' de sus prescripciones conductuales.

Viene a sumarse, todavía, a ello, que nuestro país carece de un aparato institucional integrado para la tuición y gestión pública de su patrimonio ambiental.

En efecto, las competencias ambientales se encuentran repartidas y dispersas en una multiplicidad de organismos públicos, de diferente rango, que operan de manera inorgánica, compartimentalizada, con paralelismo y ambigüedad de funciones y responsabilidades y, muchas veces, hasta de manera competitiva, lo que no conduce sino a tornar más precaria y eventual la eficiencia de la normativa confiada a su aplicación.

Puesto en otros términos, la ausencia de claridad y orden en los fines es causa de un apreciable grado de desorden en los medios de que se ha echado mano para alcanzarlos, así como en la estructura administrativa encargada de operarlos.

En Chile, pues, la contribución del derecho a la solución del problema ambiental dista considerablemente de encontrarse saldada.

Normativa de rango constitucional

Pese a lo expuesto, Chile se cuenta entre los todavía escasos países que han otorgado jerarquía constitucional a ciertos derechos y deberes directamente relacionados con la protección del ambiente, lo que no deja de constituir una paradoja de nuestra legislación de relevancia ambiental.

La Constitución Política de la República asegura a todas las personas "el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación"⁸. La disposición agrega que "es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza". "La ley —añade— podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente".

Aunque el precepto comienza aludiendo al problema específico de la contaminación —que difícilmente podría ser aceptado como el principal problema ambiental del país—, más adelante, con sus alusiones genéricas a la preservación de la naturaleza y a la protección del medio ambiente, se sitúa, al menos en lo que concierne a los deberes del Estado, en una perspectiva comprensiva de la globalidad de la problemática ambiental.

La disposición se encuentra reforzada de modo significativo por otra norma de la Constitución que reconoce entre las limitaciones y obligaciones inherentes a la 'función social' de la propiedad privada las reclamadas "por la conservación del patrimonio ambiental"⁹.

Finalmente, el texto constitucional da lugar a interponer un recurso especial de protección "cuando el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación sea afectado por un acto arbitrario e ilegal imputable a una autoridad o persona determinada"¹⁰.

Este recurso, que evidencia un parentesco muy cercano con el recurso de amparo o 'habeas corpus', tradicionalmente circunscrito al resguardo de la libertad personal ambulatoria, permite "ocurrir por sí o por cualquiera a su nombre, a la Corte de Apelaciones respectiva, la que adoptará de inmediato las providencias que juzgue necesarias para restablecer el imperio del derecho y asegurar la debida protección al afectado, sin perjuicio de los demás derechos que pueda hacer valer ante la autoridad o los tribunales correspondientes"¹¹.

La concesión de este recurso mueve a suponer que existió la voluntad política de evitar que el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente libre de contaminación quedara relegado al plano de una prerrogativa meramente programática, carente de significación práctica actual. Sin embargo, las exigencias excepcionalmente estrictas a que sujeta la Constitución el ejercicio del recurso, que deben concurrir copulativamente, hacen difícil imaginar siquiera un caso en que pudiera haber lugar a entablarlo.

No está claro, por otra parte, de qué manera podrá exigirse al Estado el cumplimiento de su deber constitucional de 'tutelar la preservación de la naturaleza'.

Se encuentra fuera de dudas, en cambio, que cualquier ley que de alguna manera desconociera o vulnerara el derecho de toda persona a vivir en un ambiente no contaminado podría ser declarada inaplicable por la Corte Suprema, para un caso particular, en las materias de que conozca este tribunal o que le fueren sometidas en recurso interpuesto en cualquier gestión que se siga ante otro tribunal¹².

Tampoco parece discutible que cualquier acto de autoridad atentatorio de dicho derecho sería ilegal*.

La posibilidad, consagrada por la Constitución, de establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades 'para proteger el medio ambiente', unida al reconocimiento de la función ambiental de la propiedad privada, ofrecen amplio fundamento y respaldo al perfeccionamiento de nuestro ordenamiento jurídico-ambiental. Nunca antes, en efecto, se habían ofrecido bases tan sólidas para intentarlo.

Destrucción y degradación del suelo

De todos los componentes de los ecosistemas nacionales el suelo es el que menos protección ha merecido de nuestro ordenamiento jurídico ambiental, no obstante que, por una parte, constituye la base del ciclo orgánico que sustenta y favorece la vida del hombre, lo que le erige como el recurso natural básico, por excelencia, y, por otra, ha sido objeto de una devastación secular que hace de su pérdida y degradación el más grave y acuciante de los problemas ambientales que sufre el país.

Su destrucción y empobrecimiento se manifiestan de modo particular en la magnitud del proceso erosivo que ha venido experimentando.

Bajo el imperio de la Ley de Reforma Agraria de 1967 el gobierno podía decretar la expropiación de los predios agrícolas calificados como 'mal explotados'¹³. Para resolver sobre esta calificación debía atenderse, entre otros factores, a la aplicación de programas destinados a la prevención y control de la erosión; al cumplimiento de planes de cultivo o de rotación adecuados; a la conservación de la fertilidad de los suelos mediante la aplicación de fertilizantes y al estado del balance existente entre la carga animal y la capacidad talajera de los predios¹⁴. Tal régimen operaba, por un lado, como acicate para la aplicación de prácticas de conservación de suelos por parte de los propietarios de la tierra, y proveía, por otro, a la autoridad administrativa, de un instrumento drásticamente expedito para poner atajo a la expoliación de la capacidad productiva de los suelos consumada al amparo del ejercicio aberrante de los atributos inherentes a la titularidad del dominio privado sobre los mismos. Esto terminó el año 1978 con la derogación de las normas de la Ley de Reforma Agraria sobre expropiación de predios rústicos considerados en situación de

* Se desprende del Art. 7º de la Constitución, conforme a cuyo texto "los órganos del Estado actúan válidamente... en la forma prescrita por la ley". La norma concluye disponiendo que "todo acto en contravención a este artículo es nulo y originará las responsabilidades y sanciones que la ley señale".

no estar cumpliendo su función social¹⁵. Por este camino, y debido al vacío que ha quedado al respecto, la propiedad de los suelos agrícolas ha vuelto a entrañar una suerte de licencia para explotarlos del modo que mejor convenga a los intereses económicos contingentes de sus dueños, no importa cuál sea el daño ambiental que pueda seguirse de ello, y esto mientras no se implemente el nuevo texto constitucional que señala como limitaciones y obligaciones inherentes a la función social del dominio privado las reclamadas por 'la conservación del patrimonio ambiental'.

Es efectivo que conserva su vigencia una disposición de la anterior Ley de Reforma Agraria, de 1962, que autoriza la creación de 'distritos de conservación de suelos, bosques y aguas' en los terrenos agrícolas situados 'en áreas erosionadas o en inminente riesgo de erosión' y ordena observar en dichos distritos las técnicas y programas de conservación que dicte la autoridad para encarar la situación consumada o potencia! de deterioro ambiental que motive su establecimiento¹⁶. Pero el hecho es que estos distritos de conservación de suelos, bosques y aguas nunca han sido creados, ni se ha dotado tampoco a la autoridad de facultades coercitivas suficientes para constreñir a la aplicación de las técnicas y programas de conservación que debieran observarse en ellos, supuesto que fueran establecidos, lo que ilustra, de paso, un caso de norma 'vigente' y 'potencialmente eficaz' —en la medida de su inspiración sistémica—, pero 'totalmente ineficiente' y desprovista, por lo mismo, de 'eficacia actual'*.

Es así que una persona puede arar sus suelos en la dirección de la pendiente, abandonarlos o someterlos a prácticas agrícolas inadecuadas o a sobrepastoreo intensivo, e incluso sembrarlos de sal, si le conviene o lo desea, sin contravenir con ello disposición legal alguna ni exponerse, por lo mismo, a la aplicación de ningún tipo de sanción, lo que repugna no sólo a la conciencia ambiental sino también al más elemental sentido de responsabilidad social.

La erosión es concausada, de manera principal, por cualquier uso del suelo que tienda o dé lugar a la eliminación o empobrecimiento de su cubierta vegetal protectora. De los móviles que inciden preponderantemente en esta situación, a saber, la deforestación, la eliminación de la vegetación mediante el fuego, las prácticas agrícolas inadecuadas y el pastoreo abusivo, estos dos últimos se encuentran al margen de toda regulación legal o reglamentaria. No ocurre así, en cambio, con los restantes.

Ya la antigua Ley de Bosques, de 1931, consultó disposiciones tendientes a prevenir la eliminación de la cobertura vegetal de las zonas montañosas, particularmente expuestas, por su pendiente, a la ocurrencia de fenómenos erosivos. Es así como, desde entonces, se encuentra prohibida "la corta o destrucción de los árboles que existan sobre cerros, desde la medianía de su falda hasta la cima", encontrándose sancionada en la actualidad la transgresión de esta prohibición con pena privativa de libertad que puede ir de 61 días a 3 años, y además con multa¹⁷.

Otro paso importante en el mismo sentido fue dado por la llamada Ley de Fomento Forestal, de 1974, que exige la aprobación por la Corporación Nacional Forestal de un 'plan de manejo' con carácter previo a cualquier acción de corta o explotación de bosques, no importa dónde éstos se encuentren situados¹⁸. El 'plan de manejo' es una creación de este cuerpo legal y consiste en "el plan que regula el uso y aprovechamiento racionales de los recursos naturales renovables de un terreno determinado, con el fin de obtener el máximo beneficio de ellos, asegurando al mismo tiempo la conservación, mejoramiento y acrecentamiento de dichos recursos"¹⁹.

A diferencia de lo ocurrido con la prohibición de la Ley de Bosques, que ha sido pública e impunemente descatada, la exigencia de elaborar y obtener la aprobación de un plan de manejo parece estar alcanzando un progresivo grado de eficiencia.

El uso del fuego como método de explotación agrícola se encuentra vedado, de modo general, por la Ley de Bosques²⁰, aunque se permite, de manera excepcional, bajo la forma de 'quemadas controladas', en épocas y conforme a procedimientos minuciosamente reglamentados²¹.

El incendio de bosques, pastos y montes está sancionado con pena privativa de libertad de 5 años y 1 día a 20 años²², y, supuesto que el incendio fuere provocado por mera imprudencia o negligencia en el uso del fuego, con prisión de 41 a 60 días, más multa²³.

* La no aplicación de las técnicas y programas de conservación dictados por la autoridad es sancionada con restricciones de créditos bancarios y con multas que no guardan ninguna proporción con el daño ambiental producido o susceptible de seguirse.

Esta legislación, de ostensible rigor, discurre sobre la base que la eficiencia del derecho resulta de una ecuación según la cual una norma tiende a ser tanto más eficiente cuanto menor es el sacrificio que impone su cumplimiento en comparación con el daño que puede temerse de la imposición de la sanción prevista para la eventualidad de su inobservancia. Que ésta no sea más que una verdad a medias lo evidencia el impresionante número de incendios forestales que se produce año a año, buena parte de los cuales es atribuido a causas intencionales. No cabe duda que la conminación de la sanción hace fuerza sobre la voluntad de quienes deben ajustar su comportamiento a los mandatos del derecho, pero no parece menos cierto que la respuesta comportamental a estos mandatos es producto también, y suele serlo de manera determinante, de una ecuación axiológica según la cual la norma tiende a ser tanto más eficiente cuanto mayor es su correspondencia con los esquemas valorativos internalizados por el medio social donde se produce la recepción de sus contenidos preceptivos²⁴.

Lo concerniente a los recursos naturales no renovables escondidos en la tierra se encuentra regulado por la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras²⁵ y por el Código de Minería²⁶

Estos textos legales, haciéndose eco del precepto constitucional correspondiente²⁷, proclaman el dominio público del Estado sobre todas las minas, independientemente de la propiedad que puede existir sobre los terrenos en cuyas entrañas estuvieren situadas²⁸. Sólo escapan a esta regla, por no considerarse sustancias minerales, las arcillas superficiales y las arenas, rocas y demás materiales aplicables directamente a la construcción, cuyo dominio y disposición permanecen sujetos, por lo mismo, al derecho común²⁹.

Se reconoce a toda persona, sin embargo, el derecho de constituir 'concesión minera' de exploración o de explotación sobre cualquier sustancia mineral metálica o no metálica y, en general, sobre toda sustancia fósil, excluidos solamente el litio, los hidrocarburos líquidos o gaseosos, los yacimientos de cualquier especie existentes en las aguas marítimas sometidas a la jurisdicción nacional y los yacimientos situados en zonas determinadas como de importancia para la seguridad de la Nación³⁰.

Constituida la concesión, su titular adquiere sobre ella un dominio patrimonial pleno, protegido por la garantía constitucional de la propiedad privada³¹. Desde ese momento puede explotar y hacer suyos los recursos mineros en forma libre, exclusiva y excluyente, por tiempo indefinido, sin otra condición que la de pagar anualmente una patente a beneficio fiscal³².

En terrenos abiertos e incultos se puede catar y cavar libremente, quienquiera sea su dueño. En los demás terrenos se requiere permiso del dueño o del juez, en subsidio. Tratándose de terrenos plantados de vides o de árboles frutales, sólo el propietario puede otorgar el permiso correspondiente³³. Una vez constituida la concesión, el predio superficial queda sometido a la servidumbre de ser ocupado en toda la extensión necesaria para la conveniente y cómoda exploración y explotación mineras, si bien el dueño del terreno tiene derecho al resarcimiento de los perjuicios que se le irroguen³⁴. Además, el concesionario minero se hace titular, por el solo ministerio de la ley, del derecho de aprovechamiento de las aguas halladas en las labores de su concesión, en la medida en que dichas aguas sean necesarias para los trabajos de exploración, explotación y benéfico que pueda realizar³⁵.

Esta legislación, inspirada en el esquema de economía social de mercado, no muestra la menor preocupación por los daños que las faenas mineras puedan ocasionar a los suelos, menos aun por los que puedan seguirse para otros recursos naturales renovables. Los suelos no son percibidos sino como 'predios superficiales', desprovistos de toda otra connotación que no sea la de encontrarse al servicio de la actividad minera. Dictada a la estricta medida del interés patrimonial inmediato, esta normativa se inscribe decididamente en la legislación 'de relevancia ambiental casual', con el agravante que puede temerse fundadamente por los efectos perjudiciales que su eficiencia pueda acarrear sobre la estabilidad funcional de los sistemas ambientales que acogen en su seno a los recursos mineros o sufren el impacto de su explotación y beneficio*.

Incidentalmente, bajo circunstancias muy restrictivas, está previsto que no puedan ejecutarse labores mineras en los parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales ni en las covaderas o lugares declarados de interés científico, sin permiso de determinadas autoridades³⁶.

Se verá más adelante cómo esta situación ha sido corregida en parte por el Decreto Ley N° 3.557, de 1987, sobre Protección Agrícola.

En este escenario jurídico tan desaprensivo de la significación ambiental del suelo, destaca, sin embargo, una disposición de la más pura relevancia ambiental deliberada ortodoxa. Tal es la norma según la cual "los terrenos fiscales cuya ocupación y trabajo en cualquier forma comprometan el equilibrio ecológico, sólo podrán destinarse o concederse en uso a organismos del Estado o a personas jurídicas regidas por el Título XXXIII del Libro I del Código Civil —corporaciones y fundaciones sin fines de lucro—, para finalidades de conservación y protección del medio ambiente.

Deterioro forestal

La tala masiva de bosques para abastecer de materia prima a la industria forestal o producir leña; la habilitación indiscriminada de terrenos para extender las fronteras agropecuarias y los incendios forestales son señalados como los agentes principales de destrucción y empobrecimiento de nuestras masas boscosas. Ello no sólo incide en la erosión de los suelos, como se ha mencionado, sino proyecta también sus efectos en el régimen de las aguas, en la fauna asociada al bosque, en el paisaje y hasta en el clima y la calidad del aire que respiramos.

Es que el bosque se encuentra organizado y funciona como un subsistema ambiental, lo que implica, por un lado, que no se puede actuar sobre ninguno de sus componentes ni sobre ninguna de las relaciones que los enlazan sin que ello acarree consecuencias sobre sus restantes componentes y sus interrelaciones, y, por otro lado, que cualquier intervención sobre el bosque no puede sino gravitar de alguna forma y en alguna medida sobre la estructura y operación de los sistemas ambientales de mayor jerarquía organizacional a los que se halla integrado el bosque, en conjunción y acoplado a otros subsistemas ambientales, en carácter de elemento constitutivo.

Nuestro ordenamiento jurídico-ambiental ha hecho suya, en alguna medida, esta percepción sistémica del bosque, lo que queda particularmente de manifiesto con la introducción del concepto de 'plan de manejo', que, como se ha mencionado, no sólo atiende al componente forestal del bosque sino, en general, a la globalidad de los recursos naturales renovables que existen en un terreno determinado. Aunque de manera mucho más incipiente, la propia Ley de Bosques de 1931 ya insinuó algunos atisbos de esta percepción al prohibir la corta de árboles situados en pendientes expuestas a la erosión, según se ha visto, o emplazados en torno a las fuentes o a orillas de las vertientes y manantiales*.

Los pilares en que descansa nuestra legislación de relevancia forestal deliberada son dos, a saber, la Ley de Bosques, de 1931, y la Ley de Fomento Forestal, de 1974.

La Ley de Bosques, tras múltiples modificaciones y agregados que le han sido introducidos, ha devenido en un cuerpo legal inorgánico caracterizado por un acentuado matiz policial y punitivo. En ella, precisamente, hemos encontrado drásticas prohibiciones de corta de árboles, así como la tipificación de algunos delitos y cuasidelitos de incendio de bosques, pastos y montes que no tuvieron cabida en el Código Penal.

La Ley de Fomento Forestal, en cambio, destaca por su carácter incentivador de la forestación y por la preocupación que muestra por la conservación de la globalidad de los componentes del ecosistema forestal.

La finalidad de fomento de la forestación es buscada por tres caminos principales, a saber, la in-expropiabilidad de los terrenos de aptitud preferentemente forestal y de los bosques naturales y artificiales³⁸, la bonificación a la forestación y las franquicias tributarias³⁹. Por "terrenos de aptitud preferentemente forestal" la ley entiende "todos aquellos terrenos que por las condiciones de clima o suelo no deban ararse en forma permanente, estén cubiertos o no de vegetación, exclu-

El Art, 5° de la Ley de Bosques prohíbe "la corta de árboles y arbustos nativos situados a menos de 400 metros sobre los manantiales que nazcan en los cerros y los situados a menos de 200 metros de sus orillas desde el punto en que la vertiente tenga origen hasta aquel en que llegue al plan", y "la corta o destrucción del arbolado situado a menos de 200 metros del radio de los manantiales que nazcan en terrenos planos no regados",

yendo los que sin sufrir degradación puedan ser utilizados en agricultura, fruticultura o ganadería intensiva"⁴⁰.

Con la dictación de la ley el Estado ha contraído el compromiso de bonificar en un 75 por ciento los costos netos de forestación de los terrenos calificados de aptitud preferentemente forestal, así como los costos netos del manejo de las masas forestadas y de los trabajos previos de estabilización, cuando se trate de dunas, supuesto que se incurra en dichos costos, de conformidad con los respectivos planes de manejo aprobados⁴¹.

La calificación de un terreno como de aptitud preferentemente forestal conlleva la obligación de presentar el correspondiente plan de manejo y de efectuar los trabajos de forestación o de reforestación que se consulten en él, dentro de plazos determinados y bajo conminación de enérgicas sanciones pecuniarias⁴². Esta calificación puede efectuarse sin que medie petición del propietario del predio y aun contra su voluntad, pero en estos casos no se le puede sancionar por incumplimiento del plan de manejo sino a condición que le haya sido ofrecida asistencia técnica y creditticia para su elaboración y la ejecución de los trabajos que en él se consulten⁴³.

Los objetivos conservacionistas de la ley son buscados a través de la mencionada obligación de elaborar y obtener la aprobación de un plan de manejo con carácter previo a cualquier acción de corta o explotación de bosques, no importa cual sea la calificación de los terrenos en que se encuentren implantados, y por medio de la exigencia impuesta al propietario del predio de reforestar una superficie de terreno igual, a lo menos, a la cortada o explotada, en las condiciones que se prevean en el plan de manejo y bajo apercibimiento de considerables multas, pudiendo, con todo, el dueño del terreno sustituir la obligación de reforestar por la de recuperar para fines agrícolas el terreno explotado extractivamente, siempre que el cambio de uso no vaya en detrimento del suelo y se encuentre expresamente consultado en dicho plan⁴⁴.

Tratándose de explotaciones de 'bosque nativo' la obligación de reforestar debe ser cumplida con plantas 'de las mismas especies cortadas', salvo autorización administrativa fundada en antecedentes que demuestren experimentalmente que las especies forestales sustitutivas, naturales o exóticas, se encuentran adaptadas al lugar y no van a constituirse en causa de erosión para el terreno⁴⁵. Para asegurar la reforestación del bosque nativo el reglamento de la ley distingue cuatro métodos de corta o explotación de árboles, permitiendo la utilización de uno u otro según el tipo forestal del que se trate, de los que se reconocen doce diferentes⁴⁶. También influye en la selección de los métodos de corta o explotación autorizados el grado de pendiente de los terrenos en que se encuentren implantados los bosques, con miras, evidentemente, a prevenir el deterioro de los suelos*.

Prácticas centenarias y todavía no erradicadas de explotación insensata de nuestros recursos forestales han conducido, sin embargo, a la extinción de algunas de nuestras especies arbóreas nativas y ciernen serio riesgo para la supervivencia de otras.

Fue por este camino que se llegó a la extinción del toromiro —*Sophora toromiro*—, única especie auténticamente endémica de Isla de Pascua que proporcionó madera a los nativos del lugar para la fabricación de sus aún no descifradas tabletas jeroglíficas conocidas bajo la denominación genérica de 'rongo-rongo'. El último ejemplar de toromiro fue hallado al fondo de un volcán extinto en 1935, año en el que, paradójicamente, Isla de Pascua fue declarada Parque Nacional y se prohibió el aprovechamiento de esta especie arbórea⁴⁷. Lo que en Isla de Pascua ocurrió con el toromiro en el Archipiélago de Juan Fernández aconteció con el sándalo —*Santalum fernandezianum*—, árbol de madera fragante, endémico de las islas, que relacionaba nuestra flora autóctona con la de Asia y Oceanía. El último ejemplar del árbol desapareció cerca del año 1916, por lo que ni siquiera hubo lugar a mencionarlo en el decreto que convirtió al archipiélago en Parque Nacional y dispuso protección específica para especies arbóreas tales como la palma 'chonta' —*Juania australis*—, hoy amenazada de extinción⁴⁸.

La lista de nuestras especies arbóreas o arbustivas raras o en vías de extinción cubre aproximada-

* Así, por ejemplo, en pendientes superiores a 60 por ciento, sólo se permite el método de 'corta o explotación selectiva o entresaca', consistente 'en la extracción individual de árboles o de pequeños grupos en una superficie no superior a 0,3 há, debiendo mantenerse en este caso una faja boscosa alrededor de lo cortado, a lo menos, 50 metros';

El medio humano y sus amenazas

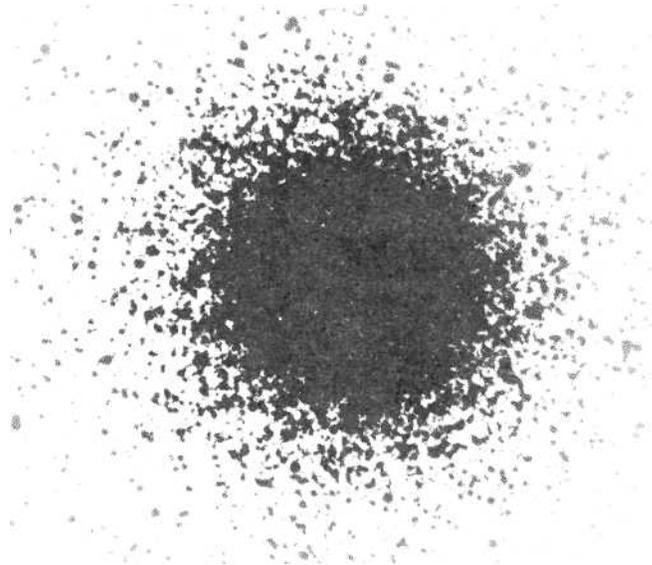
"La deforestación, la degradación de los suelos y el agua, y la desertificación alcanzan proporciones alarmantes y ponen gravemente en peligro las condiciones de vida de grandes zonas del mundo. Las enfermedades relacionadas con las condiciones ambientales adversas causan sufrimientos humanos. La modificación de la atmósfera, como deterioración de la capa de ozono, la concentración cada vez mayor de bióxido de carbono y la lluvia ácida, la contaminación de los mares y de las aguas interiores, el uso descuidado de sustancias peligrosas, y su eliminación, así como la extinción de especies animales y vegetales, constituyen otras tantas graves amenazas que se ciernen sobre el medio humano.

Durante el último decenio han surgido nuevos planteamientos: se han reconocido ampliamente la necesidad de la gestión y la evaluación del medio ambiente y la interacción íntima y compleja entre medio ambiente, desarrollo, población y recursos, así como la presión que ejerce sobre el medio ambiente en las zonas urbanas la concentración creciente de la población. Una metodología amplia e integrada regionalmente, que haga hincapié en dicha interacción, puede conducir a un desarrollo socio-económico ambientalmente racional y perdurable.

Muchos problemas ambientales trascienden las fronteras nacionales y deberían resolverse,

cuando fuera apropiado, en beneficio de todos, mediante consultas entre los Estados y una acción internacional mancomunada. Siendo así, los Estados deben promover el desarrollo progresivo del derecho ambiental —incluidos convenios y acuerdos— y ampliar la cooperación en lo que se refiere a la investigación científica y a la ordenación del medio ambiente.

La comunidad mundial de Estados reafirma, solemnemente, la fe empeñada en la Declaración y Plan de Acción de Estocolmo y su compromiso de fortalecer y aumentar los esfuerzos nacionales y la cooperación internacional en la esfera de la protección ambiental. Reitera, asimismo, su apoyo al fortalecimiento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, como el principal instrumento catalítico de la cooperación ambiental internacional y hace un llamamiento para que se pongan a disposición mayores recursos, en particular por conducto del Fondo para el Medio Ambiente, a fin de hacer frente a los problemas ambientales. Igualmente exhorta a todos los gobiernos y pueblos del mundo a que asuman su responsabilidad histórica, colectiva e individualmente, a fin de velar por el traspaso de nuestro pequeño planeta a las generaciones futuras en condiciones que garanticen una vida de dignidad para todos los seres humanos".



mente 50 especies, entre las que se cuentan la araucaria o 'pehuén' —*Araucaria araucana*—, el alerce o 'lahuén' —*Fitzroya cupressoides*—, el ciprés de cordillera o 'lahuán' —*Austrocedrus chilensis*—, el ciprés de las Guaitecas —*Pilgerodendron uviferum*—, el belloto del norte —*Beilschmiedia miersii*— y del sur —*Beilschmiedia berteriana*—, la palma chilena o de coquitos —*Jubaea chilensis*—, el roble maulino —*Nothofagus glauca*—, el michay rojo —*Berberidopsis corallina*—, la queñoa —*Polylepis tarapacana*— y la yareta —*Laretia compacta*.

La araucaria y el alerce han sido declarados 'monumentos nacionales' y, en cuanto tales, especies 'inviolables', estando prohibida su corta y destrucción en términos absolutos, salvo autorización 'expresa, calificada y fundamentada' de la autoridad administrativa expedida en situaciones formalmente preestablecidas⁴⁹. Además, estas dos especies arbóreas figuran en el Apéndice I de la 'Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres', lo que importa el reconocimiento de su condición de especies en peligro de extinción susceptibles de ser afectadas por el comercio, y somete, por otra parte, su exportación e importación al cumplimiento de muy minuciosas y estrictas medidas de protección. En el mismo Apéndice figura también el ciprés de las Guaitecas. El Apéndice II de la Convención enumera las especies que, sin encontrarse necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo a causa de su comercio, y en él figuran, genéricamente, las cactáceas chilenas y algunas de nuestras especies herbáceas nativas, como las orquídeas silvestres. Su exportación e importación se encuentran también sometidas a rigurosas formalidades de resguardo⁵⁰. Prescindiendo de este tratado, que rige como ley de la República, y de las reglamentaciones que prohíben la corta y comercialización del copihue —*Lapageria rosea*—, nuestro ordenamiento jurídico no contempla ninguna otra disposición en defensa de nuestra flora herbácea nativa, pese a que varias especies de ella, como el azulillo —*Teocophila cyanocrocus*—, la flor de tigre —*Tigrida philippiana*— y la garra de león —*Leontopodium ovallei*— aparecen mencionadas como en peligro de extinción⁵¹.

En 1975 se reglamentó la conservación y comercialización del pino insigne —*Pinus radiata* D. Don—, autorizándose la exportación de toda clase de productos forestales provenientes de su explotación, en cualquiera de sus estados⁵². Siguió a esta medida, en 1978, la derogación de una disposición que prohibía la corta y comercialización de árboles y ramas de especies forestales autóctonas y exóticas usualmente empleadas en Navidad con fines decorativos. Providencias como éstas crean incentivos para la inversión en el sector y pueden generar importantes retornos de divisas para el país. Corren el riesgo, sin embargo, de sobredimensionar la importancia económica del bosque en desmedro de su significación ambiental, en circunstancias que esta última constituye presupuesto absoluto de la primera, sobre todo a largo plazo. No vaya a ocurrir que bajo la apariencia de estar vendiendo al exterior nuestros productos madereros lo que estemos exportando en realidad sea la productividad de nuestros suelos, nuestras fuentes de agua, la calidad del aire que respiramos y las reservas proteínicas y genéticas de la fauna silvestre que habita nuestros bosques.

Extinción de la fauna silvestre

Como se indica en el Capítulo 'Áreas Silvestres Protegidas', Chile es un país comparativamente pobre en mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Nuestro territorio es habitado por unas ochenta y seis especies de mamíferos nativos, habiéndose introducido unas doce especies más. Todas ellas no representan más del 3 por ciento del total de especies de mamíferos descritas por la ciencia. Sus aves bordean las cuatrocientas especies, incluyendo las migratorias, que sólo cumplen dentro de nuestras fronteras una parte de su ciclo biológico. Ellas representan, aproximadamente, un 4,5 por ciento del total de especies de aves del mundo.

Estas especies animales viven y mueren en estrecha y permanente interacción con los demás componentes tanto bióticos como abióticos de nuestros subsistemas ambientales, con los que han evolucionado, y son necesarias, por lo mismo, para el mantenimiento de su diversidad y estabilidad. A ello se agrega su importancia como recurso alimenticio y banco genético así como todo lo que los animales representan para nosotros en términos de valores estéticos, culturales y recreacionales.

No existe conocimiento que en los tiempos históricos se haya extinguido en Chile ninguna especie 352

animal, aunque son numerosas las variedades de nuestra fauna nativa que se señalan como en peligro de extinción. Tal es el caso, por ejemplo, entre los mamíferos, de la nutria de río o 'huillín' —*Lutra provocax*—, la nutria de mar o 'chungungo' —*Lutra felina*—, la chinchilla chilena —*Chinchilla lanigera*—, el lobo de mar 'de dos pelos' —*Arctocephalus australis*—, el elefante marino —*Mirounga leonina*— y el huemul chileno —*Hippocamelus bisulcus*—; y, entre las aves, de la torcaza —*Columba araucana*—, la perdiz —*Nothoprocta perdicaria*—, la tagua gigante —*Fulica gigantea*—, la parina chica —*Phoenicoparrus jamesi*— y la parina grande —*Phoenicoparrus andinus*—. Para algunas especies amenazadas este estado crítico ha derivado principalmente de su caza extractiva o indiscriminada; para otras, en cambio, como ha ocurrido particularmente con la guña —*Felis guig-na*— y el pudú —*Pudú pudú*—, entre los mamíferos, y con el carpintero negro —*Campephilus magellanicus*—, el cisne 'coscoroba' —*Coscoroba coscoroba*—, la espátula —*Ajaia ajaja*— y el cuervo de pantano —*Plegadis falcinellus chilii*—, entre las aves, ha sido la destrucción o eliminación de su habitat boscoso o palúdico lo que las ha colocado en peligro de desaparecer. La introducción de variedades animales exóticas, que disputan a las nativas sus nichos ecológicos, así como la aplicación masiva de plaguicidas, cuyos efectos acumulativos alcanzan a los animales superiores, han operado como concausas agravantes de este estado de cosas.

Nuestro ordenamiento jurídico interno para la protección de la fauna silvestre muestra los rasgos característicos de los tratamientos estrictamente sectoriales del problema ambiental y se distingue tanto por el enfoque jurídico obsoleto con que aborda la materia como por el bajo grado de aplicación y observancia práctica que han alcanzado sus disposiciones. Se encuentra constituido, prácticamente, por la Ley de Caza, de 1929⁵³, y por su reglamento, del mismo año⁵⁴, al que se han introducido numerosas modificaciones puntuales⁵⁵.

Tanto la ley como su reglamento discurren sobre la base de un encasillamiento de los animales silvestres en dos categorías, a saber, 'útiles' y 'perjudiciales o dañinos'. Este calificativo de perjudicial o dañino ha sido atribuido, entre otros, a animales tales como el jabalí —*Sus crofa*—, la rata almizclera —*Ondrata zabethica*—, el coatí u osito de Juan Fernández —*Nasua nasua*— y, últimamente, al lobo de mar común —*Otaria flavescens*— cuando haya adquirido el hábito de 'cebado', entre los mamíferos, y al gorrión —*Passer domestiscus*— y los caiquenes o avutardas grandes —*Chloephaga picta*— de la Undécima y Duodécima Regiones, entre las aves⁵⁶. A estos mamíferos y aves se les puede cazar en cualquier época del año, en número ilimitado, y hasta su completa 'destrucción', si fuere posible⁵⁷.

Condenar una especie animal a la destrucción constituye una aberración a la que pueden seguir consecuencias ambientales irreparables. Es posible calificar de 'dañinas o perjudiciales' ciertas 'poblaciones' animales específicas, con referencia a un marco espacial y temporal determinado, pero no puede hacerse lo propio con una 'especie' animal, considerada en cuanto tal, por cuanto no existen especies animales intrínsecamente malignas o nocivas o que se encuentren de más en la biosfera, según lo enseña un principio elemental de ecología cuyo desconocimiento difícilmente podría excusarse en la hora presente.

Dentro del régimen de la ley de caza y su reglamento puede cazarse, fuera de los períodos de veda, cualquier mamífero o ave silvestre cuya caza no se encuentre expresamente prohibida. Es así que, fuera de dichos períodos, pueden cazarse, por ejemplo, picaflores o golondrinas, o puede darse muerte, aunque no fuere más que por capricho, a cualquiera de nuestros pequeños, escasos e inofensivos marsupiales, o a nuestros armadillos o murciélagos, por no mencionar sino algunos de los muchos mamíferos y aves que no aparecen en el listado de especies protegidas. Tratándose de nuestros reptiles y anfibios podríamos nombrar a cualquiera de ellos, sin temor a equivocarnos, por cuanto la ley no dispensa protección a ninguna de sus especies. Las legislaciones modernas sobre conservación de fauna operan con un criterio diametralmente inverso, esto es, sientan, como regla general, la prohibición de cazar cualquier espécimen de la fauna silvestre, permitiendo, excepcionalmente, la captura de las variedades declaradas piezas de caza o pertenecientes a poblaciones faunísticas calificadas de dañinas. Lo otro, por lo demás, no constituye propiamente caza, sino matanza.

Se agrega a lo anterior que en cada excursión de caza se permite cazar, por regla general, hasta 80 ejemplares de cualquier especie no sujeta a protección, salvo los especímenes de las variedades declaradas dañinas, que pueden ser capturados o muertos en número irrestricto.

Este régimen, en su conjunto, no resiste el menor examen de idoneidad ambiental. Si pudo justi-

ficarse de alguna manera, a fines de los años veinte, al dictarse la ley de caza y su reglamento, en la actualidad resulta obsoleto e imperdonablemente desfasado con la comprensión que se ha logrado sobre la forma como la naturaleza se estructura y funciona. De todo nuestro ordenamiento jurídico-ambiental es el que más ostensiblemente deja al descubierto su falta de 'eficacia potencial'.

Las infracciones a las regulaciones sobre caza fueron penadas originalmente con prisión de 1 a 60 días, conmutable en multa⁵⁸. En 1978, sin embargo, esta penalidad fue rebajada a simple multa⁵⁹.

De cualquier forma, la eficiencia de estas regulaciones ha sido, desde un comienzo, notoriamente baja y, en algunos casos, nula. La prohibición, por ejemplo, de comerciar aves silvestres chilenas o de mantenerlas cautivas en jaulas, ha sido, desde su dictación, pública e impunemente desacatada, sin que nadie pareciera haberse hecho por ello mayor problema⁶⁰.

En el plano del orden jurídico internacional, nuestro país, sobre todo en los últimos años, ha venido suscribiendo una serie de convenciones sobre protección de la fauna que han suplido, en parte, al menos, la pobreza de nuestro ordenamiento jurídico interno vigente sobre la materia.

Por la ya mencionada Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, de 1973, se ha dispensado un estatuto adicional de protección a especies tales como la chinchilla chilena —*Chinchilla laniger*—, la nutria de mar o 'chungungo' —*Lutra felina*—, la nutria de río o 'huillín' —*Lutra provocax*—, el gato montes andino —*Felis jacobita*—, la vicuña —*Vicugna vicugna*—, el huemul chileno —*Hippocamelus bisulcus*—, el huemul del norte o peruano —*Hippocamelus antisensis*— y el pudú —*Pudú pudú*—, entre los mamíferos terrestres; y al cóndor —*Vultur gryphus*—, el ñandú —*Pterocnema pennata*—, el zarapito boreal —*Numenius borealis*— y el pingüino del norte —*Spheniscus humboldti*—, entre las aves. Igual trato han recibido el rorcual gigante o ballena azul, el rorcual común o ballena fin, la ballena jorobada, la ballena sei, la ballena franca o del sur y el cachalote común o ballena esperma, entre los mamíferos marinos; y la tortugas que habitan nuestras aguas, entre los reptiles, exceptuando solamente la tortuga de espaldar oprimido. Todas estas variedades aparecen listadas en el Apéndice I de la Convención, lo que significa que el comercio internacional de cualquiera de sus especímenes, vivo o muerto, o de cualquier parte o derivado identificable de ellos, sólo queda autorizado bajo circunstancias excepcionales y previo cumplimiento de regulaciones particularmente severas orientadas a prevenir riesgos adicionales para su supervivencia, que se reconoce en peligro. En el Apéndice II de la Convención halla cabida aquella parte de nuestra fauna silvestre que, sin encontrarse necesariamente en peligro de extinción, podría llegar a estarlo si su comercio no se ciñera a restricciones compatibles con su supervivencia. El tráfico en especímenes de las especies listadas en él queda sujeto también a estrictas reglamentaciones, aunque menos severas, si se las compara con las establecidas para el comercio en especímenes de los grupos taxonómicos inventariados en el Apéndice I.

Otra convención sobre protección de la fauna vigente en nuestro país es el Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje⁶¹. Su texto reconoce el carácter irremplazable de la fauna silvestre como factor de estabilidad de los sistemas naturales, y, sobre la base de una especial preocupación por las especies que migran cíclica y predeciblemente dentro o fuera de los límites territoriales nacionales, impone a los Estados con jurisdicción sobre sus áreas de distribución el deber de adoptar medidas para su protección y para la conservación de su hábitat. A estos fines, como en el caso de la convención antes mencionada, las especies migratorias son distribuidas en dos Anexos. El Anexo I del Convenio enumera las especies migratorias en peligro de extinción, respecto de cuyos especímenes los Estados signatarios se imponen el deber de prohibir su captura, preservar su hábitat, terrestre o acuático, y remover los obstáculos que interfieran en la normalidad de sus migraciones. De nuestra fauna silvestre aparecen listados en este apéndice el murciélago 'cola de ratón' —*Tadarida brasiliensis*—, que es el más común de nuestros quirópteros, el rorcual gigante o ballena azul —*Balaenoptera musculus*—, la vicuña —*Vicugna vicugna*— y el ciervo rojo o ciervo real —*Cervus elaphus*—, introducido a nuestro país desde Europa, entre otros mamíferos; y la avutarda cabeza colorada —*Chloephaga rubidiceps*— y el zarapito boreal —*Numenius borealis*—, entre las aves. El Anexo II, en cambio, enumera las especies migratorias en estado de conservación 'desfavorable' que reclaman cooperación internacional para su adecuada protección, a cuyo efecto los Estados con jurisdicción sobre sus áreas de distribución asumen el compromiso de esforzarse por alcanzar los respectivos acuerdos. En él aparecen listadas, genéricamente, las especies migratorias de nuestros flamencos —*Phoenicopteridae*—, nuestros cisnes, gan-

sos y patos -*Anatidae*-, nuestros buitres —*Cathartidae*-, nuestras águilas, aguiluchos, varis y bailarines —*Accipitridae*-, nuestros halcones y tiuques —*Falconidae*-, nuestros chorlos, quelteguies y vuelvepiedras -*Charadriidae*-, nuestras becasinas, pitotoyes y playeros -*Scolopacidae*-, nuestros perritos y caitís —*Recurvirostridae*— y nuestros pollitos de mar —*Phalaropodidae*-, siendo mencionada por su nombre específico el águila pescadora -*Pandion haliaetus*-, visitante ocasional de verano de nuestras costas. Como la convención mencionada, este Convenio tiene el mérito de reconocer y enfatizar que los problemas ambientales trascienden las fronteras territoriales de los Estados, y no pueden, por lo mismo, ser abordados con eficacia sino mediante acciones conjuntas y coordinadas de la comunidad internacional. Resulta notable, por otra parte, el reconocimiento que formula el Convenio en el sentido que 'cada generación humana posee los recursos de la tierra para las futuras generaciones y tiene la obligación de asegurar que este legado sea conservado y que cuando se le utilice, sea usado en forma prudente'⁶². Este principio de la responsabilidad generacional se encuentra expresado de manera análoga en la Estrategia Mundial de Conservación elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos (IUCN), cuando señala que "no hemos heredado la tierra de nuestros padres, sino la tenemos recibida en préstamo de nuestros hijos"⁶³.

Estos acuerdos internacionales para la protección de la fauna, que rigen en Chile como ley de la República, se encuentran complementados por la Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas⁶⁴. Reconoce este tratado las funciones ecológicas de las zonas húmedas como reguladoras de los regímenes de aguas y como regiones que favorecen la conservación de una flora y de una fauna características, particularmente de la avifauna acuática, y, sobre la base de este reconocimiento, consulta un mecanismo para la confección y actualización de un catastro de las Zonas Húmedas de Importancia Internacional e impone a los Estados signatarios el compromiso de velar por su preservación y de adoptar medidas para la protección de las aves acuáticas que las habitan o que las ocupan temporalmente en sus ciclos migratorios periódicos. Las aves del hemisferio norte que visitan nuestro país en los meses de verano y que dependen ecológicamente de nuestras zonas húmedas suman cerca de 25 especies y comprenden variedades tales como el pato gargantillo —*Anas bahamensis*-, el águila pescadora —*Pandion haliaetus*-, el chorlo ártico —*Pluvialis squatarola*-, el pitotoi grande —*Tringa melanoleuca*— y el chico —*Tringa flavipes*-, el zarapito boreal —*Numenius borealis*-, el chorlo vuelvepiedra —*Arenaria interpres*-, la gaviota de Franklin —*Larus pipixcan*-, el rayador —*Rynchops nigra*— y la golondrina bermeja —*Hirundo rustica*-, entre los más conocidos. A su vez, de las aves chilenas que migran a otros países y que muestran dependencia de las zonas húmedas pueden mencionarse, entre otras, el petrel moteado —*Daption capense*-, la fardela negra común —*Puffinus griseus*-, la golondrina de mar —*Oceanites oceanicus*-, el chorlo negro o pachurrón —*Oreopholus ruficollis*— y el salteador común —*Catharacta skua chilensis*-. Parece importante tener presente, por otra parte, que la expresión 'zonas húmedas' utilizada por la convención no sólo comprende las áreas de ciénagas, pantanos y demás similares de agua dulce, sino es comprensiva también de las zonas de agua de mar cuya profundidad no exceda de seis metros durante la marea baja⁶⁵. Llama muy favorablemente la atención, desde otro ángulo, el reconocimiento y llamado que formula la convención para que las aves acuáticas cuyas migraciones las llevan a traspasar las fronteras nacionales sean consideradas como "un recurso internacional"⁶⁶.

A esta normativa internacional habría que agregar todavía el Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña⁶⁷, la Convención Internacional para la Regulación de la Caza de la Ballena⁶⁸, la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas⁶⁹ y la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos⁷⁰, entre otros acuerdos internacionales suscritos por nuestro país que podrían vincularse más o menos directamente con la protección de la fauna silvestre.

La 'eficacia potencial' de esta normativa internacional podría considerarse, en términos generales, fuera de dudas, desde que aborda los problemas que procura atender con un enfoque globalizante y sobre la base de criterios integradores. El tránsito, sin embargo, de su 'vigencia' a su 'eficiencia', se vislumbra plagado de obstáculos, sobre todo si se tiene en cuenta el alto grado de capacitación que supone en los agentes públicos encargados de aplicarla, y se repara, por otro lado, en la carencia de instancias que hagan posible constreñir a los Estados al cumplimiento de los compromisos que han contraído al suscribirla. De hecho, como podría ilustrarse con abundantes ejemplos, algunas de las convenciones mencionadas no han pasado de constituir en nuestro país una loable ex-

presión de buenos propósitos. Desconocidas por muchos y acatadas por menos, su 'eficacia actual' no ha podido alcanzar hasta el momento sino niveles sumamente modestos, aunque promisorios.

Contaminación de las aguas

Contaminación de las Aguas Continentales

La primera causa de contaminación de nuestros cursos y masas de agua continentales proviene de la evacuación libre en ellos de los residuos colectivos de la vida diaria, sea a través de cloacas o directamente. El segundo factor lo constituye el vertimiento de residuos industriales líquidos no depurados o neutralizados.

En relación con la evacuación de las aguas servidas de origen domiciliario, denominadas 'aguas caseras', está dispuesto que no pueda iniciarse la construcción de vivienda alguna sino después que el proyecto de su servicio de alcantarillado haya sido aprobado por la autoridad sanitaria correspondiente⁷¹. Terminada la construcción de la vivienda ésta no puede ser habitada sino una vez que dicho servicio haya sido recibido conforme por la misma autoridad⁷². La instalación de alcantarillados particulares sólo puede ser autorizada, excepcionalmente, en los lugares donde las aguas caseras no puedan por cualquier causa ser descargadas a una red cloacal pública, pesando sobre el propietario del inmueble, en todo caso, la obligación de clausurar su alcantarillado particular y conectarse a dicha red tan pronto sea construida y se la declare en explotación⁷³. Se ha estimado, a este respecto, que para el año 1983 el 70,3 por ciento de la población urbana del país se encontraba cubierta por la red pública de alcantarillado⁷⁴.

Ahora bien, sea que se trate de aguas servidas conducidas por el alcantarillado público o vertidas a un sistema particular de alcantarillado, se encuentra prohibido descargarlas en ríos, lagunas o en cualquier otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o para balneario, "sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos"⁷⁵. En caso de infracción de esta prohibición, la autoridad sanitaria puede "ordenar la inmediata suspensión de dichas descargas y exigir la ejecución de sistemas de tratamiento satisfactorios destinados a impedir la contaminación", sin perjuicio de la aplicación de las sanciones correspondientes⁷⁶.

De hecho, sin embargo, sobre todo tratándose de aguas servidas conducidas por el alcantarillado público, su disposición final se efectúa normalmente mediante su vaciamiento directo en ríos que proveen de agua para el regadío, o en el mar, en la proximidad de balnearios, sin tratamiento depurador o neutralizador de ninguna especie, y, lo que parece igualmente grave desde una perspectiva jurídica, sin que la autoridad sanitaria haga uso de las facultades que le dispensa la ley para prevenir o corregir esta situación.

Otras prohibiciones vigentes sobre la materia se muestran más preocupadas de asegurar la integridad y buen funcionamiento de las redes de alcantarillado público que de evitar la contaminación de los cursos o masas de agua receptores de sus efluentes. Tal es el caso, por ejemplo, de las normas que prohíben la introducción al alcantarillado público de desperdicios de cocina, cenizas, sustancias inflamables o explosivas, aguas excesivamente ácidas o alcalinas o con temperatura superior a 60 grados C, escapes de vapor, y, en general, "toda sustancia o materia susceptible de ocasionar perjuicios u obstrucciones o dañar las canalizaciones"⁷⁷.

La más reciente disposición dictada sobre la materia se ha limitado a sancionar los empalmes clandestinos a las redes de alcantarillado público⁷⁸, con lo que se tiene que en la actualidad quienes se anexionan subrepticamente a una red cloacal pública se exponen a la aplicación de una pena privativa de libertad que no pesa sobre quienes vierten en las redes de alcantarillado sustancias o formas de energía capaces de producir la contaminación de los cursos o masas de agua receptores de su contenido.

La disposición final de los residuos líquidos provenientes del funcionamiento de establecimientos industriales se encuentra regulada por varias disposiciones legales y reglamentarias, entre las que se cuenta uno de los textos más antiguos del ordenamiento jurídico-ambiental vigente en el país.

En efecto, por una ley del año 1916 se encuentra prohibido el vertimiento en los cursos o masas de agua de los residuos industriales líquidos que contengan sustancias nocivas a la bebida o al riego, "sin previa neutralización o depuración de tales residuos por medio de un sistema adecuado y permanente"⁷⁹. Supuesto que los establecimientos industriales se encuentren situados "en las poblaciones o vecindades", el texto legal hace imperativa la neutralización de sus residuos líquidos aun cuando no contengan sustancias nocivas a la bebida o al riego, "siempre que dichos residuos contaminen el aire o puedan dañar las alcantarillas u otro sistema de desagüe en que se vacíen"⁸⁰. El reglamento de la ley clasifica los establecimientos industriales según su potencialidad contaminadora específica y exige, como trámite previo a su instalación, la observancia de un procedimiento complejo que en varios aspectos evoca las modernas "evaluaciones de impacto ambiental", lo que no deja de resultar admirable atendida la fecha de su dictación⁸¹.

El Código Sanitario, en términos muy similares a los de la ley de 1916, prohíbe la descarga de residuos industriales o mineros en los cursos o masas de agua que provean de agua potable a alguna población o que sirvan para riego o para balneario, "sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos"⁸². Como en el caso de la evacuación de aguas servidas, la autoridad sanitaria, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones a que haya lugar, puede ordenar "la inmediata suspensión de dichas descargas y exigir la ejecución de sistemas de tratamientos satisfactorios destinados a impedir toda contaminación"⁸³. Una disposición de la Ley sobre Protección Agrícola faculta, asimismo, al Presidente de la República, en casos calificados, para ordenar la paralización total o parcial de las actividades y empresas artesanales, industriales, fabriles y mineras que vacíen productos y residuos en las aguas, "cuando se comprobare que con ello se perjudica la salud de los habitantes, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales o animales"⁸⁴.

Las reglamentaciones sobre higiene y seguridad industrial discurren en términos muy similares al disponer que "en ningún caso" podrán incorporarse en los subsuelos o arrojarse en los cursos o masas de agua residuos o relaves industriales o aguas contaminadas resultantes de manipulaciones químicas o de otra naturaleza "sin ser previamente sometidos a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriban en cada caso los reglamentos sanitarios vigentes o que se dicten en el futuro al efecto"⁸⁵.

A estas normas, bastante repetitivas, como puede apreciarse, se sumó últimamente la disposición de la nueva Ley de Navegación que prohíbe 'absolutamente' el vertimiento de cualquier sustancia nociva o peligrosa "que ocasione daños o perjuicios en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, y en puertos, ríos y lagos", no admitiendo otras excepciones a esta regla que las autorizadas privativamente por la Autoridad Marítima, con señalamiento específico del lugar y forma como ha de procederse⁸⁶.

Pese, no obstante, a este cúmulo de prohibiciones y exigencias, siguen siendo mayoría las industrias que evacúan los residuos líquidos de su funcionamiento directamente en los ríos o en el mar, sin tratamientos neutralizadores o depuradores de ninguna clase, o, en el mejor de los casos, previo sometimiento de sus desechos a tratamientos incompletos o inadecuados que distan mucho de satisfacer las exigencias vigentes al respecto. Ante esta situación las autoridades encargadas de imponer su acatamiento han asumido, por regla general, una actitud pasiva y complaciente. La orden, por ejemplo, de suspender las descargas contaminantes, y, particularmente, la de paralizar total o parcialmente las actividades generadoras de contaminación hídrica, sólo ha sido librada en oportunidades muy contadas, y no por falta de fundamentos para expedirla, ciertamente.

La normativa reseñada, por otra parte, exhibe la fisonomía propia de las legislaciones de corte sanitario, vecinal y patrimonial cuya promulgación ha precedido históricamente al advenimiento de una legislación ambiental propiamente tal. El mismo Código de Aguas de 1981, que se suponía debiera haber significado un paso adelante en este sentido, no consulta más que una sola disposición vinculada al problema de la contaminación de las aguas, en un texto de 316 artículos. Tal es su artículo 92, dictado a propósito de la reglamentación de la servidumbre de acueducto, por el que se prohíbe botar 'a los canales' sustancias, basuras, desperdicios y otros objetos similares 'que alteren la calidad de las aguas'. En lo demás, el código se aboca, fundamentalmente, a regular los resortes de dominación que pueden ejercerse sobre las aguas y a prevenir los conflictos de intereses que puedan suscitarse entre diferentes usuarios de unos mismos recursos hídricos.

De modo análogo a como ocurre con las sustancias mineras, el dominio de las aguas es radicado,

genéricamente, en la nación toda, aunque se concede a los particulares el derecho a usar y gozar de las aguas mediante la adquisición sobre ellas de un 'derecho de aprovechamiento', el cual, una vez reconocido, constituido o transferido en conformidad a la ley, ingresa al patrimonio de su titular en dominio pleno, por tiempo indefinido y bajo el amparo de la garantía constitucional de la propiedad privada⁸⁷. En lo no modificado por el Código de Aguas la enajenación, transmisión por causa de muerte y la adquisición o pérdida por prescripción de los derechos de aprovechamiento quedan sujetos a las reglas del derecho privado general, pudiendo incluso ser hipotecados estos derechos independientemente del inmueble al que su propietario los tuviere destinados⁸⁸. En otros términos, el uso y goce de las aguas, que corresponden a las facultades inherentes al derecho de aprovechamiento, quedan inscritos decididamente en el esquema de economía social de mercado.

Contaminación de las Aguas Marinas

La nueva Ley de Navegación⁸⁹, con un título especial dedicado a la prevención, abatimiento y regulación jurídica de los efectos sobrevinientes a la contaminación de las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, constituye la concreción legal más seria, moderna y ajustada a una perspectiva ecológica satisfactoria de cuantas ha conocido el país en el campo de la contaminación, bien que sólo se encuentre referida a una faceta de este fenómeno.

Con anterioridad a la dictación de la ley nuestro país ya había suscrito y promulgado varios de los más importantes convenios que regulan el problema de la contaminación de los mares en el ámbito internacional, por lo que su articulado hubo de tomarlos en consideración, ya para refrendarlos, ya para ir más lejos que ellos en el campo de las exigencias y las responsabilidades, como ocurre en la generalidad de los casos.

Dichos acuerdos internacionales son el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos⁹⁰, el Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias⁹¹, y el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos⁹².

Como se adelantó, la 'Ley de Navegación' prohíbe, terminantemente, arrojar o verter cualquier clase de sustancias nocivas o peligrosas, incluido el petróleo y sus derivados o residuos, en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional o en puertos, ríos o lagos, sin más excepciones que las que autorice la Autoridad Marítima ante circunstancias que las hagan necesarias y con señalamiento del lugar y forma cómo han de llevarse a cabo las descargas o vertimientos⁹³.

Por varios capítulos esta prohibición de la ley resulta más amplia que su homologa del 'Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos'. El Convenio, en efecto, circunscribe su prohibición a la descarga de hidrocarburos o de mezclas de los mismos, y no se hace cargo, por otra parte, de las descargas que tengan lugar tierra adentro, en masas o cursos de agua continentales. Además, el Convenio permite, bajo ciertas circunstancias, el vertimiento de hidrocarburos o sus mezclas sin necesidad de autorización administrativa alguna que formalice la legalidad de su evacuación al mar.

Por lo que respecta al 'Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias', tampoco se hace cargo su articulado de las evacuaciones efectuadas en ríos o lagos, si bien, a diferencia de la ley, que restringe el alcance de sus disposiciones a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, el Convenio las hace extensivas a los vertimientos efectuados en cualquier clase de aguas marinas, incluida la alta mar, con la sola excepción de las aguas interiores de los Estados. Es de notar, por otra parte, que las disposiciones del Convenio no se aplican a las evacuaciones de desechos u otras materias directamente derivadas de la exploración, explotación y tratamientos afines de los recursos minerales de los fondos marinos o relacionados con ellos, llevados a cabo fuera de la costa, en tanto que la ley no contempla ninguna excepción a estos respectos y hace aplicables, por lo mismo, sus prohibiciones, a todas y cada una de estas actividades, que pueden eventualmente convertirse en focos de contaminación marina.

Tanto la ley como el 'Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos' consultan un régimen de responsabilidad 'objetiva' o 'por riesgo' para el resarcimiento de los perjuicios irrogados por la contaminación,

Consideraciones del convenio sobre la conservación de especies migratorias de la fauna salvaje

"Las Partes Contratantes,

RECONOCIENDO que la fauna salvaje en sus innumerables formas es un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, que debe ser conservado para el bien de la humanidad;

Teniendo Conciencia

de que cada generación humana posee los recursos de la tierra para las futuras generaciones y tiene la obligación de asegurar que este legado sea conservado y que, cuando se utilice, sea usado en forma prudente;

Conscientes

del valor cada vez más creciente de la fauna salvaje desde los puntos de vista ambiental, ecológico, genético, estético, recreativo, cultural, educacional, social y económico;

Preocupadas

especialmente por aquellas especies de la fauna salvaje que migran dentro o fuera de los límites de jurisdicción nacional;

Reconociendo

que los Estados son y deben ser los protectores de las especies migratorias de la fauna salvaje que habitan dentro o pasan a través de sus límites de jurisdicción nacional;

Convencidas

de que la conservación y el manejo efectivo de las especies migratorias de la fauna salvaje requieren de la acción conjunta de todos los Estados dentro de los límites de jurisdicción nacional en los cuales dichas especies pasan alguna parte de su ciclo vital;

Recordando

la Recomendación N° 32 del Plan de Acción adoptado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (Estocolmo, 1972) y mencionada con satisfacción por la Vigésimoséptima Sesión de la Asamblea General de las Naciones Unidas;

Han Acordado...

Carta mundial de la naturaleza

"Consciente de que:

- La especie humana es parte de la naturaleza y la vida depende del funcionamiento ininterrumpido de los sistemas naturales que son fuente de energía y de materias nutritivas,
- La civilización tiene sus raíces en la naturaleza, que moldeó la cultura humana e influyó en todas las obras artísticas y científicas, y de que la vida en armonía con la naturaleza ofrece al hombre posibilidades óptimas para desarrollar su capacidad creativa, descansar y ocupar su tiempo libre,

Convencida de que:

- Toda forma de vida es única y merece ser respetada, cualquiera que sea su utilidad para el hombre, y con el fin de reconocer a los demás seres vivos su valor intrínseco, el hombre ha de guiarse por un código de acción moral,
- El hombre, por sus actos o las consecuencias de éstos, dispone de los medios para transformar a la naturaleza y agotar sus recursos y, por ello, debe reconocer cabalmente la urgencia que reviste mantener el equilibrio y la calidad de la naturaleza y conservar los recursos naturales,

Persuadida de que:

- Los beneficios duraderos que se pueden obtener de la naturaleza dependen de la protección de los procesos ecológicos y los sistemas esenciales para la supervivencia y de la diversidad de las formas de vida, las cuales quedan en peligro cuando el hombre procede a una explotación excesiva o destruye los hábitats naturales,

- El deterioro de los sistemas naturales que dimana del consumo excesivo y del abuso de los recursos naturales y la falta de un orden económico adecuado entre los pueblos y los Estados socavan las estructuras económicas, sociales y políticas de la civilización,
- La competencia por acaparar recursos escasos es causa de conflictos, mientras que la conservación de la naturaleza y de los recursos naturales contribuye a la justicia y al mantenimiento de la paz, pero esa conservación no estará asegurada mientras la humanidad *no* aprenda a *vivir* en paz y a renunciar a la guerra y a los armamentos,

Reafirmando

que el hombre debe adquirir los conocimientos necesarios a fin de mantener y desarrollar su aptitud para utilizar los recursos naturales en forma tal que se preserven las especies y los ecosistemas en beneficio de las generaciones presentes y futuras,

Firmemente Convencida &

de la necesidad de adoptar medidas adecuadas, a nivel nacional e internacional, individual y colectivo y público y privado, para proteger la naturaleza y promover la cooperación internacional en esta esfera,

Aprueba,

con estos fines, la presente Carta Mundial de la Naturaleza, en la que se proclaman los principios de conservación que figuran a continuación, con arreglo a los cuales debe guiarse y juzgarse todo acto del hombre que afecte a la naturaleza".

de forma tal que el causante de los daños responde de los mismo sobre la sola base del establecimiento de una relación de causalidad entre el hecho del derrame o vertimiento y los perjuicios producidos, sin que resulte necesario acreditar malicia o negligencia de su parte, lo que entraña una importante excepción al régimen legal general vigente en Chile en materia de responsabilidad civil extracontractual, que descansa en la noción tradicional de responsabilidad 'subjetiva' y supone, por lo mismo, la prueba de dolo o culpa en el autor de los daños. Tanto para la ley como para el Convenio, quien crea el riesgo de contaminación debe hacerse cargo de sus consecuencias, supuesto que aquélla se produzca, a menos que pueda invocar a su favor alguno de los hechos liberatorios de responsabilidad expresa y taxativamente previstos para estos propósitos*.

Debe repararse, no obstante, que el Convenio sólo se aplica a los casos de contaminación causados por derrame o descarga de hidrocarburos provenientes de naves o artefactos flotantes que los transporten a granel, en tanto que la ley, con una perspectiva mucho más amplia, cubre todas las hipótesis de contaminación generadas por vertimiento o evacuación, no sólo de hidrocarburos, sino de cualquier tipo de materias o desechos transportados por naves o artefactos flotantes, sin que importe el tipo de estas embarcaciones ni la actividad que se encuentren desarrollando al tiempo del siniestro. Más aún, sus disposiciones resultan también aplicables, en alguna medida, a los daños producidos por vertimientos o derrame de sustancias contaminantes provenientes de instalaciones situadas en tierra.

Tanto la ley como el Convenio consultan un procedimiento para limitar la responsabilidad sobreviniente a los daños producidos por la contaminación, en proporción al arqueo bruto de las embarcaciones de donde provengan las sustancias contaminantes y por una cuantía tope prefijada, salvo que el siniestro resulte imputable a falta o culpa del propietario, naviero u operador de la nave o artefacto naval. Para gozar de este beneficio los responsables de los perjuicios deben constituir ante el tribunal o la autoridad competente un fondo de garantía ascendente al límite de su responsabilidad. En previsión que el responsable de los perjuicios pueda no tener capacidad económica suficiente para afrontar estos compromisos, la ley y el convenio le imponen la obligación de contratar y mantener a bordo un seguro u otra garantía financiera que caucionen el cumplimiento del máximo de los deberes por los que puede ser responsabilizado.

Desde la perspectiva de la conservación del medio marino, sin embargo, pocas disposiciones de la ley parecen más novedosas y significativas que la que 'presume' la existencia de 'daño ecológico' por el sólo hecho de haberse derramado o vertido sustancias contaminantes en el mar, bien que la ley no haya definido lo que entiende por 'daño ecológico' ni por 'sustancias contaminantes' y no haya ofrecido, por otra parte, elemento alguno de juicio para llegar a una estimación fundada de los perjuicios producidos, sin cuya determinación no es dable pensar siquiera en obtener su resarcimiento por la vía del ejercicio de una acción de indemnización de perjuicios⁹⁴.

A estos fines, con todo, podrá cobrar singular importancia la facultad que concede la ley a los tribunales encargados de conocer de los juicios que se susciten con motivo de su aplicación, para aceptar, a su exclusivo criterio, 'cualquier clase de prueba' con que se pretenda demostrar la veracidad de los hechos que sirvan de fundamento a las acciones deducidas y para apreciar 'en conciencia' el valor de convicción de las probanzas que les sean ofrecidas, en lo que deben reconocerse calificadas excepciones al régimen general de prueba legal y tasada consagrado por nuestro ordenamiento jurídico⁹⁵.

La prevención directa de la contaminación del medio marino es buscada también por algunas disposiciones de la denominada Ley de Pesca⁹⁶, particularmente por su artículo 43, que prohíbe "introducir, directa o indirectamente, en el mar, ríos, lagos o en cualquier otro cuerpo de agua, agentes contaminantes químicos, biológicos o físicos que puedan causar alteraciones a los recursos hidrobiológicos, sin que previamente hayan sido neutralizados para evitar dicha alteración". La transgresión de esta prohibición, que, como se advierte, alcanza también las aguas continenta-

En el Mensaje de la Ley de Navegación, sin embargo, no se habla de la Implantación al respecto de un régimen de "responsabilidad objetiva", sino que se sostiene haberse adoptado "el régimen que puede definirse como de "responsabilidad presumida", en virtud del cual "el dueño, naviero u operador de la nave, son responsables de los daños que se causen con un vertimiento, pero les asiste el derecho a excepcionarse por las causales taxativas que se enumeran. Si no prueban el hecho liberatorio —agrega el Mensaje—, rige la regla base de ser responsables de los efectos del derrame".

les, se encuentra penada con multa de 10 a 200 unidades tributarias mensuales, y eventualmente, además, con prisión, de 1 a 60 días, pudiendo el tribunal fijar en la sentencia un plazo prudencial para que el infractor adopte las medidas destinadas a neutralizar los efectos contaminantes producidos, bajo apercibimiento de aplicarle otra multa igual al doble de la impuesta y de disponer la suspensión de sus actividades, supuesto que muestre renuencia al cumplimiento de lo ordenado⁹⁷. Prohíbe, además, la ley, la captura o extracción de recursos hidrobiológicos "con elementos explosivos, tóxicos u otros cuya naturaleza provoque grave daño a dichos recursos o a su medio", bajo sanción de la mencionada multa en caso de infracción⁹⁸.

En el marco del orden jurídico internacional también podría vincularse a la materia el "Tratado que prohíbe las Pruebas de Armas Nucleares en la Atmósfera, en el Espacio exterior y en el Mar"⁹⁹, por el que los Estados signatarios se han comprometido a prohibir, impedir y a no realizar ninguna explosión de prueba de armas nucleares ni ninguna otra explosión nuclear en lugar alguno que estuviera bajo su jurisdicción o control, particularmente en la atmósfera, más allá de sus límites, en el espacio exterior, "o en el mar, incluyéndose las aguas territoriales o la alta mar", lo que, ostensiblemente, apunta al objetivo de prevenir la contaminación radiactiva de estos medios y a precaver los altos riesgos que sobrevendrían a su ocurrencia. En la misma línea, el "Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina"¹⁰⁰ compromete a los Estados Contratantes a una utilización exclusivamente con fines pacíficos del material y las instalaciones nucleares sometidos a su jurisdicción y a prohibir e impedir en sus respectivos territorios el ensayo, uso, fabricación, producción o adquisición, por cualquier medio, de toda arma nuclear, así como su recibo, almacenamiento, instalación, emplazamiento o posesión en cualquier forma, entendiéndose el convenio, expresamente, que el término 'territorio' comprende el 'mar territorial', así como todo otro ámbito sobre el que los Estados ejerzan soberanía conforme a su propia legislación. El Tratado Antártico¹⁰¹, por su parte, prohíbe toda explosión nuclear y toda eliminación de desechos radiactivos en la Antártica, dentro del objetivo general de proteger y conservar los recursos vivos de la región.

Puesto de manifiesto el perfeccionamiento alcanzado por la normativa interna dictada para la prevención, y, en su caso, para el abatimiento de la contaminación del medio marino, no puede dejar de señalarse que la eficacia potencial de esta normativa se ve resentida por el tratamiento demasiado ocasional e incipiente que dispensa al problema de las fuentes de contaminación del mar ubicadas tierra adentro, con lo que persiste en dar la espalda a las evidencias acumuladas en el sentido que la contaminación del mar es causada, tanto o más que por siniestros ocurridos en sus aguas, por las emisiones contaminantes descargadas a través de ríos y alcantarillados. Hasta la misma tala indiscriminada de bosques, los incendios forestales y las prácticas agrícolas inadecuadas, con su secuela de erosión de suelos, la contaminación atmosférica y, en general, todos los agentes que, de una u otra manera, conspiran contra la estabilidad y la integridad de los subsistemas ambientales terrestres, en mayor o menor medida proyectan sus consecuencias sobre el equilibrio y la integridad de los subsistemas marinos, más todavía cuando el mar, por el régimen natural de circulación de aguas y de vientos, viene a ser el receptáculo final de los escombros del maltrato que el hombre da a su medio. No puede esperarse, así, tener mares limpios, con ríos sucios, ni ríos limpios con suelos que pierden progresivamente sus horizontes superficiales, ni suelos que conserven su capacidad biogénica, con bosques que merman día a día y arrastran con su desaparecimiento el de la fauna a ellos asociada. Puesto que en la trama compleja y sutil de los subsistemas ambientales todo se relaciona con todo, la legislación para la preservación del medio marino no puede pretender llegar muy lejos, por perfeccionada que llegue a estar, sino a condición de encontrarse engarzada a un marco orgánico para la conservación del ambiente, que sea integrado, en su estructura, e integral, en su alcance. En lo más inmediato, y desde el punto focal de la protección de los mares, esta estrategia globalizadora debiera comenzar por buscar la decidida integración de la normativa dictada para la protección de los cursos y masas de agua, tanto marítimas como fluviales y lacustres.

Contaminación atmosférica

En materia de prevención de la contaminación atmosférica causada por fuentes urbanas vinculadas a las actividades domésticas, está ordenado que los equipos de combustión de los servicios de calefacción o agua caliente de cualquier tipo de edificios que sean operados con combustibles sólidos o líquidos deben contar con la aprobación de la autoridad sanitaria, la que la otorgará "cuando estime que la combustión puede efectuarse sin producción de humos, gases o quemados, gases tóxicos o malos olores y sin que escapen al aire cenizas o residuos sólidos"¹⁰².

Análoga exigencia rige para la operación de sistemas destinados a la incineración de basuras¹⁰³, aunque en algunos lugares, como acontece en ciertas comunas de la Región Metropolitana de Santiago, se ha llegado a prohibir derechamente la incineración como método de eliminación de residuos sólidos y se ha ordenado que los incineradores existentes sean transformados en ductos colectores de desechos¹⁰⁴.

A escala nacional se encuentra prohibida dentro del radio urbano de las ciudades la incineración libre de 'hojas secas, basuras u otros desperdicios', sea que ella se efectúe en la vía pública o en recintos privados¹⁰⁵. En las áreas 'saturadas' o 'en vías de saturación'¹⁰⁶, esta prohibición se extiende a la quema de cualquier tipo de residuos sólidos, líquidos o de otros materiales, salvo casos expresamente exceptuados y reglamentados¹⁰⁷.

Respecto de la contaminación atmosférica causada por el tráfico vehicular, se encuentra prohibida la circulación "de todo vehículo motorizado que despidiera humo visible por su tubo de escape"¹⁰⁸. La autoridad sanitaria ha fijado las concentraciones máximas permisibles de emisión de monóxido de carbono y de material particulado por el tubo de escape de los vehículos motorizados de combustión interna, tanto bencineros como petroleros¹⁰⁹. A contar del 1° de enero de 1985 regirá para los vehículos motorizados el deber de encontrarse equipados, ajustados o carburados de modo tal que su motor no emita materiales o gases contaminantes en un índice superior a los permitidos, trátese o no de emanaciones visibles¹¹⁰. El hecho de conducir un vehículo motorizado infringiendo las normas sobre contaminación ambiental será considerado una infracción 'grave' y se penará con multa de cuatro mil pesos, sujeta a reajuste anual en su monto¹¹¹.

Estas regulaciones, no obstante, han alcanzado un grado muy insatisfactorio de aplicación y de obediencia práctica, como lo atestigua, por ejemplo, notoriamente, el alto número de vehículos que circulan impunemente por las vías públicas despidiendo densas humaredas por sus tubos de escape, particularmente camiones y vehículos de la locomoción colectiva.

En materia de prevención y combate de la contaminación atmosférica de origen industrial la situación resulta bastante similar. Son numerosas las disposiciones de nuestros ordenamientos jurídicos destinadas a prevenirla y abatirla, pero su eficiencia es sumamente exigua.

Conforme a las regulaciones sobre higiene y seguridad industriales, de 1941, "todo proceso industrial que dé origen a gases, vapores, humos, polvos o emanaciones nocivas, de cualquier género, deberá consultar dispositivos destinados a evitar que dichos polvos, vapores, humos, emanaciones o gases contaminen o vicien el aire y a disponer de ellos en forma tal que no constituyan un peligro para la salud de los obreros o para la higiene de las habitaciones o poblaciones vecinas"¹¹². Este mandato legal fue reproducido, casi literalmente, por otro precepto del año 1956¹¹³, hoy derogado, y volvió a serlo, en 1961, por una norma que conserva su vigencia y que, como sus predecesoras, ostenta un cariz confesado y exclusivamente sanitario y vecinal¹¹⁴.

Esta situación experimentó un vuelco significativo, en 1978, con la dictación de una resolución que estableció normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica¹¹⁵.

Para los fines de su aplicación, esta resolución define la 'contaminación atmosférica' como "la presencia en el aire de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos, en concentraciones o niveles tales que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna, o degraden la calidad del aire, de los bienes, de los recursos nacionales o de los particulares". Los 'contaminantes', a su turno, son definidos como "toda sustancia química o sus compuestos o derivados, agentes físicos o biológicos que, al adicionarse al aire, puedan alterar o modificar sus características naturales o las del ambiente".

Tras estas definiciones la resolución establece algunas 'normas de calidad del aire', esto es, "valores que definen las concentraciones máximas permisibles para los contaminantes presentes en el aire". Son objeto de estas normas las partículas en suspensión, el anhídrido sulfuroso (SO₂), el monóxido de carbono (CO), los oxidantes fotoquímicos expresados como ozono (O₃), y el dióxido de nitrógeno (NO₂), quedando prefijados, por lo demás, los correspondientes métodos de análisis para la medición de sus concentraciones en el medio atmosférico. (Ver Capítulo 'Contaminación Atmosférica'). La autoridad sanitaria, con todo, ha quedado facultada para establecer normas más exigentes de calidad del aire respecto de determinadas áreas y para fines tales como la protección agrícola, el desarrollo del turismo o la preservación de las condiciones naturales de los Parques Nacionales y los Santuarios de la Naturaleza. Supuesto que en un espacio geográfico determinado el valor de la norma de calidad del aire de uno o más contaminantes se encuentre sobrepasado, el área en cuestión debe considerarse 'saturada' y la autoridad sanitaria, ante la emergencia, asume el deber de implantar y financiar programas definidos de control de las emisiones contaminantes.

Tanto o más importante, sin embargo, que la fijación de estas normas de calidad del aire —que no tienen equivalente en materia de aguas y de suelos—, resulta la norma de la resolución según la cual "previa a la instalación o puesta en marcha de todo nuevo proceso, actividad u operación que implique contaminación del aire, se deberán presentar todos los antecedentes necesarios para definir el peso del proceso, a fin de precisar su posible incidencia en el nivel de contaminación local". Con ello se busca algo similar a lo pretendido en materia de contaminación de las aguas continentales por la ley de 1916 sobre neutralización de los residuos industriales líquidos, y, en materia de contaminación de las aguas marinas, por el Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, ya vistos, sobre la base de que no resulta sensato ni práctico esperar a que un lugar se encuentre 'saturado' para actuar sobre las emisiones contaminantes, cuando los efectos deletéreos de estas emisiones pueden preverse y resulta posible evitarlos mediante una acción anticipada sobre las causas susceptibles de generarlos.

Esta norma va acompañada de otra conforme a cuyo texto la autoridad sanitaria, en casos calificados, "podrá exigir la presentación de un estudio de impacto ambiental cuando, a juicio de ésta, los contaminantes emitidos puedan ocasionar un riesgo inminente para la salud". No se trata, como puede apreciarse, de la implantación general de un régimen de evaluación del impacto ambiental predecible sobre la atmósfera de los proyectos de desarrollo industrial, como quiera que la exigibilidad de los estudios correspondientes queda entregada a la decisión discrecional de la autoridad sanitaria, la cual, por lo demás, sólo puede requerirlos 'en casos calificados'. Tampoco se busca evaluar otros impactos ambientales sobre la atmósfera que los que ciernan 'riesgos inminentes para la salud', del hombre, ciertamente. Ni resulta claro, siquiera, si estos estudios de impacto ambiental deben ser elaborados con carácter previo a la puesta en funcionamiento de las actividades potencialmente contaminadoras, o si, por el contrario, deben ser evacuados una vez constatado el efecto contaminador de sus emisiones, como induce, por lo demás, a entenderlo la expresión 'contaminantes emitidos' utilizada por la disposición. A despecho, no obstante, de estas limitaciones y dudas, y, pese al hecho mismo de ser una norma reglamentaria y no una ley la que da lugar a exigir la presentación de estos estudios de impacto ambiental, el precepto en cuestión merece ser destacado desde el momento mismo que importa un primer paso dado por nuestro ordenamiento jurídico hacia la entronización formal de la moderna figura de las 'evaluaciones de impacto ambiental', reconocida en múltiples foros internacionales como un instrumento de probada eficacia en la prevención de daños sobre el ambiente. Uno de los retrasos más ostensibles y difíciles de justificar de nuestro ordenamiento jurídico-ambiental radica, precisamente, en no haber contemplado hasta la fecha la exigencia de estas evaluaciones, ya ampliamente requeridas e institucionalizadas en los países que se precian fundadamente de estar ofreciendo a su patrimonio ambiental un resguardo jurídico apropiado.

A las normas aludidas se sumaron en 1981 las de la Ley sobre Protección Agrícola, mencionada a propósito de la contaminación de las aguas continentales. Por ellas el Presidente de la República ha quedado facultado, en casos calificados, para ordenar la paralización total o parcial de las actividades y empresas artesanales, industriales, fabriles y mineras que lancen al aire humos, polvos o gases, "cuando se comprobare que con ello se perjudica la salud de los habitantes, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales o animales"¹¹⁶. Sin perjuicio de lo anterior, los afectados por alguna fuente de contaminación derivada de las actividades mencionadas pueden demandar ante el juez del lugar las me-

didadas tendientes a evitar la fuente contaminante, como, asimismo, la correspondiente indemnización de perjuicios¹¹⁷.

No existe cauce jurídico disponible, sin embargo, para compeler al Presidente de la República a que haga uso de las facultades que le entrega este cuerpo legal, por graves y manifiestos que sean los daños que la contaminación atmosférica esté causando a la agricultura, como ocurre, por ejemplo, con las emisiones sulfurosas provenientes de ciertas fundiciones de cobre emplazadas en zonas dotadas de la más alta potencialidad agrícola del país, con lo que la eficacia actual de esta normativa viene a depender finalmente más de una determinación política que del ejercicio de acciones judiciales o administrativas puestas a disposición de los particulares afectados por las emisiones contaminantes.

Preservación de áreas silvestres

Presionado por la notoriedad del deterioro ambiental experimentado por extensas zonas del territorio nacional, nuestro derecho ha venido desarrollando en etapas sucesivas, si no un sistema, al menos un régimen de protección jurídica de determinadas áreas silvestres.

El primer intento en este sentido, y probablemente el más ambicioso y visionario de cuantos ha conocido el país sobre la materia, se concretó por un decreto supremo del año 1879 que estableció la existencia de una reserva de bosques de diez kilómetros de ancho a lo largo de toda la vertiente andina occidental de las provincias de Arauco, Valdivia y Llanquihue y del departamento de Angol, y dispuso la existencia de reservas de bosques similares en un radio de un kilómetro, medido en torno a la mayor altura de los cerros de la Cordillera de la Costa y demás cubiertos de bosques en los mismos territorios¹¹⁸. Lamentablemente, sin embargo, no existió la voluntad política necesaria para hacer cumplir y llevar a la práctica esta determinación gubernativa, lo que dio margen a una desenfrenada e irracional explotación de los recursos forestales de la región y nos privó, por otra parte, de poder contar en la actualidad con el que pudo haber llegado a ser el primero y más grandioso parque nacional del Pacífico Sur¹¹⁹.

Las primeras categorías oficiales de áreas naturales protegidas fueron las 'Reservas de Bosques' y los 'Parques Nacionales', cuyo establecimiento fue previsto con miras a "regularizar el comercio de maderas, garantizar la vida de determinadas especies arbóreas y conservar la belleza del paisaje"¹²⁰. La disposición correspondiente, dictada en 1925, fue reproducida en 1931 en la Ley de Bosques y conserva en la actualidad plena vigencia¹²¹.

Esta categorización de las Áreas Silvestres Protegidas no experimentó ninguna innovación significativa hasta 1967, al ser promulgada y entrar en vigencia la 'Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Naturales de América', que nuestro país, por lo demás, tardó veintisiete años en suscribir¹²². Sus objetivos apuntan a la protección y conservación en su ambiente natural de ejemplares de todos los géneros y especies de la flora y fauna nativas de la región, incluidas las aves migratorias, y a la protección y conservación de los lugares de belleza extraordinaria o de valor estético, histórico o científico sobresaliente. Los Estados signatarios se comprometen a acotar y establecer en sus territorios 'Parques Nacionales', 'Reservas Nacionales', 'Monumentos Naturales' y 'Reservas de Regiones Vírgenes'. A cada una de estas categorías de áreas naturales protegidas la convención le atribuye un significado que se presenta en la sección 'Categorías de Áreas Silvestres Protegidas' del Capítulo 4. En esta sección se complementa la información respecto a esas categorías.

Parques Nacionales. En relación a los Parques Nacionales, la Convención impone a los gobiernos el compromiso de no alterar los límites ni enajenar parte alguna de ellos "sino por acción de la autoridad legislativa competente". Prescribe, además, el uso de las riquezas de los parques en cuanto a caza, matanza, captura, recolección, vigilancia, investigaciones, etc. En nuestro país, de un estado inicial de cosas muy anterior a la vigencia de la Convención que no hacía posible alterar la destinación de los terrenos afectados a la condición de parques nacionales "sino en virtud de una ley"¹²³, se fue derivando progresivamente a un régimen que ha terminado por dejar entregada la

cuestión a una simple determinación de las autoridades administrativas¹²⁴. En lo que se refiere a la pesca y la caza en los recintos de los parques, está expresamente previsto el cobro de tarifas por la práctica de estas actividades, lo que entraña una forma indirecta de legitimarlas¹²⁵. El establecimiento y explotación de colmenares se encuentra expresamente autorizado y reglamentado¹²⁶. En términos más amplios, la autoridad administrativa goza de facultades suficientes para celebrar 'toda clase de contratos' que conduzcan al 'mejor aprovechamiento' de los parques nacionales, de manera que, eventualmente, hasta podría negociar una autorización para la explotación de sus recursos forestales¹²⁷. La ejecución de labores mineras no se encuentra tampoco prohibida, sino sólo reglamentada y de forma tal que la hace procedente en la mayor parte de los parques nacionales actualmente existentes¹²⁸. Por este camino, en lo que a los parques nacionales concierne, el articulado de la convención ha devenido en una normativa 'vigente' y 'potencialmente eficaz', pero 'ineficiente' y, en cuanto tal, desprovista, en parte al menos, de 'eficacia actual'. A la normativa interna mencionada, sin embargo, cuya vigencia pareciera encontrarse fuera de dudas, vino a superponerse en 1977 un precepto notable, ya comentado, conforme a cuyo texto los parques nacionales "cuya ocupación y trabajo en cualquier forma comprometan el equilibrio ecológico" no pueden ser destinados ni concedidos en uso sino a organismos del Estado o a corporaciones o fundaciones de derecho privado que no persigan fines de lucro, "para finalidades de conservación y protección del medio ambiente"¹²⁹. Dentro de la inorganicidad e incoherencia reinantes en la materia, está por verse, con todo, de qué manera estas disposiciones encontradas podrán concillarse en su aplicación práctica.

Reservas Nacionales. Aunque entronizada en nuestro derecho desde el año 1967, con la promulgación de la Convención, esta categoría de área natural protegida sólo vino a ser utilizada por primera vez en nuestro país en 1982. Por mucho tiempo se consideró que no existían diferencias sustanciales entre esta categoría y las Reservas de Bosques creadas por la ley del ramo, sin que hasta la fecha pueda entenderse que la cuestión se encuentra definitivamente zanjada.

Monumentos Naturales. Nuestro derecho recurrió por primera vez a esta categoría el año 1976, en la búsqueda de un estatuto de 'inviolabilidad' para las especies arbóreas araucaria o 'pehuén' —*Araucaria araucana*— y alerce o 'lahuén' —*Fitzroya cupressoides*—, como ha quedado señalado. Con posterioridad ha vuelto a aplicarse respecto de algunas áreas terrestres o acuáticas determinadas que reclaman protección plena.

Reservas de Regiones Vírgenes. Nuestro país no conoce ninguna de ellas ni ha tenido tampoco acogida significativa esta categoría en el marco de los demás Estados suscriptores de la convención. Sobre todo en las áreas pobladas por comunidades indígenas, donde el impacto de la actividad humana sobre el ambiente ha sido comparativamente mucho menor, el estado de rusticismo extremo que se busca preservar entra en abierta pugna con las legítimas expectativas de desarrollo de sus habitantes, lo que suscita un muy delicado problema socioeconómico.

Volviendo al ordenamiento jurídico interno, la dictación de la Ley sobre Monumentos Nacionales¹³⁰ marcó otro hito importante en la configuración de nuestro régimen de áreas naturales colocadas bajo protección oficial. Entre las varias clases de monumentos nacionales tipificadas por su articulado destacan los 'Santuarios de la Naturaleza'.

Santuarios de la Naturaleza. A diferencia de los Parques Nacionales, que deben ser creados en terrenos fiscales o en terrenos particulares adquiridos por compra o expropiación, los Santuarios de la Naturaleza pueden ser establecidos en terrenos sujetos a dominio privado, caso en el cual sus dueños quedan obligados a velar por su debida protección*. Está previsto, además, que los Santuarios de la Naturaleza puedan ser creados en 'sitios marinos', lo que resulta sumamente discutible en el caso de los Parques Nacionales, atendida, particularmente, la expresión 'terrenos' que se uti-

* *La constitucionalidad de estas disposiciones resulta discutible al tenor de lo prescrito por el Art. 19 N° 24, inciso tercero, de la Constitución Política, en el sentido que "nadie puede, en caso alguno, ser privado de su propiedad, del bien sobre que recae o de alguno de los atributos o facultades esenciales del dominio, sino en virtud de la ley general o especial que autorice la expropiación por causa de utilidad pública o de interés general, calificada por el legislador",*

liza invariablemente en los textos legales que aluden a su establecimiento¹³¹. De hecho, por lo demás, nuestro país no cuenta con un solo Parque Marino, pese a lo extenso de su litoral y a los repetidos y bien fundamentados llamados hechos acerca de la necesidad de su creación.

Sitios del Patrimonio Mundial Cultural y Natural. En el marco del derecho internacional sólo cabría mencionar, adicionalmente, la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural¹³², por la que nuestro país ha reconocido como de su incumbencia primordial la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio. Respecto de este patrimonio, que es visualizado como de la 'humanidad entera', nuestro país se ha comprometido a la búsqueda de los objetivos indicados por su propio esfuerzo y hasta el máximo de los recursos de que disponga y, llegado el caso, mediante la asistencia y la cooperación internacional de que se pueda beneficiar, sobre todo en los aspectos financiero, artístico, científico y técnico. Está consultado por la convención que esta asistencia internacional sea prestada a través del 'Fondo para la Protección del Patrimonio Cultural y Natural Mundial de Valor Universal Excepcional', denominado el 'Fondo del Patrimonio Mundial', para cuyo efecto resulta preciso que los bienes en favor de cuya protección se solicita la asistencia figuren en la 'Lista del Patrimonio Mundial' o en la 'Lista del Patrimonio Mundial en Peligro', cuya elaboración se encuentra prevista y regulada minuciosamente, lo mismo que la del referido Fondo.

Las referencias hechas a la Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de las Aves Acuáticas¹³³ y al Convenio sobre Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje¹³⁴, que inciden directamente en el régimen de protección de las áreas silvestres, hacen innecesario volver sobre ellas.

Una restante categoría de protección tiene su origen en la Ley de Reforma Agraria de 1962, que faculta al Presidente de la República para decretar "la prohibición de cortar árboles situados hasta cien metros de las carreteras públicas y de las orillas de ríos y lagos que sean bienes nacionales de uso público, como también, en quebradas u otras áreas no susceptibles de aprovechamiento agrícola o ganadero, cuando así lo requiera la conservación de la riqueza turística"¹³⁵. Las 'Áreas de Protección', creadas al amparo de esta facultad, han sido numerosas, y, pese a su objetivo y alcance restringidos, están contribuyendo indirectamente al resguardo de los ecosistemas silvestres.

La protección oficial de áreas silvestres seleccionadas apunta, entre otros objetivos de menor relevancia ambiental, a la preservación de muestras representativas de todos los tipos de ecosistemas naturales existentes en el territorio nacional, lo que resulta imperativo para conservar la limitada materia prima de que se dispone para la investigación científica en el campo de la dinámica de los ecosistemas; para sentar puntos de referencia que permitan medir los cambios y alteraciones que se vayan produciendo en los componentes y relaciones ambientales a consecuencia de su intervención y manipulación por el hombre, y, en términos más amplios, para preservar la diversidad genética de la vida en la tierra en sus múltiples manifestaciones.

Entendida la 'legislación ambiental' como la que reconoce como bien jurídico protegido el resguardo de los sistemas ambientales, en cuanto tales, regulando el manejo de los factores que los constituyen con una perspectiva global e integradora, sobre la base del reconocimiento de las interacciones dinámicas que se dan entre ellos, y con miras a afianzar el mantenimiento, y si es posible, a incrementar el equilibrio funcional del todo de que forman parte, como se ha hecho más arriba, no parece existir otro campo donde esta legislación pueda buscar estos objetivos con mayor propiedad y eficacia que, precisamente, en el de los subsistemas ambientales acotados como áreas naturales sometidas a protección y vigilancia oficial.

Paradójicamente, sin embargo, es en este campo donde nuestro ordenamiento jurídico-ambiental exhibe su más alto grado de incoherencia y falta de organicidad.

A falta de una política Nacional Ambiental que defina principios y objetivos claros, no sólo existe gran desorden en lo dispositivo de este ordenamiento, sino también, como no podría ser de otro

modo, en el aparato administrativo-institucional generado para la gestión pública del patrimonio ambiental colocado bajo protección gubernamental.

Es así, por ejemplo, como, sin ninguna justificación aparente, la competencia y tuición sobre los Parques Nacionales y Reservas Forestales se encuentra entregada al Ministerio de Bienes Nacionales; la de las Reservas Nacionales, Monumentos Naturales y Áreas de Protección, al Ministerio de Agricultura, y la de los Santuarios de la Naturaleza y demás Monumentos Nacionales, al Ministerio de Educación Pública*.



(*) NOTA DEL AUTOR

Encontrándose en prensa este trabajo se han promulgado diversos textos legales que innovan en el estado de cosas existente al tiempo de su elaboración. Es así como con fecha 19 de octubre de 1984 se publicó en el Diario Oficial la Ley N° 18.348, que crea la CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL Y DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES (CONAF), institución autónoma del Estado cuyos objetivos apuntan a la conservación, protección, incremento, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables del país, particularmente del suelo, agua, bosques y flora y fauna silvestres. La Corporación, que se relacionará con el Gobierno por intermedio del Ministerio de Agricultura, tendrá, entre otras, las funciones y atribuciones que sobre estas materias estaban asignadas tanto a la entidad de derecho privado denominada CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF), como al SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG), exceptuadas, en este segundo caso, las relativas a semillas y a sanidad de la flora y fauna. La ley, sin embargo, cuya eficacia potencial se resiente por la exclusión de los recursos naturales no renovables de su campo de acción, no entrará en vigencia sino desde el día que quede publicado en el Diario Oficial el decreto en cuya virtud el Presidente de la República disuelva la mencionada corporación de derecho privado denominada Corporación Nacional Forestal, cuyos estatutos fueron aprobados y modificados por decretos del Ministerio de Justicia N° 728, de 5 de mayo de 1970, y números 455, de 19 de abril de 1973, y 733, de 27 de julio de 1983, respectivamente. Posteriormente, se publicó en el Diario Oficial del día 27 de diciembre de 1984 la Ley N° 18.362, que establece el SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO, integrado por las categorías de manejo Reservas de Regiones Vírgenes, Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales. Los actuales Parques Nacionales de Turismo son asimilados por la ley a la categoría Parques Nacionales, y las Reservas de Bosques y Reservas Forestales a la categoría Reservas Nacionales. El Sistema creado persigue como objetivo principal la conservación de áreas terrestres o acuáticas de carácter único o representativas de la diversidad ecológica natural del país, con el fin de posibilitar la educación y la investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente. Destaca, entre sus demás objetivos, la mantención de la capacidad productiva de los suelos y la restauración de aquellos que se encuentren en peligro o en estado de erosión. Novedosamente, la ley define los términos "conservación", "preservación" e "impacto ambiental", y, por primera vez en nuestra legislación, hace imperativa, bajo ciertas circunstancias, la presentación de un "estudio de impacto ambiental". Aunque distante de satisfacer plenamente, el texto legal pretende poner orden en un campo que se había caracterizado por su tratamiento legal obsoleto, incoherente y, en ocasiones, hasta contradictorio. La ley regirá a partir de la fecha en que entre en vigencia la Ley N° 18.348, que creó, como se ha mencionado, la Corporación Nacional Forestal y de Protección de Recursos Naturales Renovables. Finalmente, en el Diario Oficial del 29 de diciembre de 1984, fue publicada la ley N° 18.378, que terminó por derogar lo que estaba vigente de la Ley N° 15.020, de 1962, sobre Reforma Agraria. Su articulado, empero, vuelve a prever la creación de "distritos de conservación de suelos, bosques y aguas", con referencia a los predios agrícolas ubicados en áreas erosionadas o en inminente riesgo de erosión, y mantiene, también, las llamadas "áreas de protección", con miras a la conservación de la riqueza turística. En su dimensión punitiva la ley consulta sanciones más drásticas que las contempladas en el texto derogado, particularmente cuando las contravenciones se traducen en la corta de árboles o en la explotación de bosques. En el plano meramente reglamentario no podría tampoco dejar de mencionarse la creación de la COMISIÓN NACIONAL DE ECOLOGÍA, dispuesta por Decreto Supremo N° 680, de 23 de noviembre de 1984, del Ministerio de Bienes Nacionales, publicado en el Diario Oficial del día 10 de diciembre del mismo año. Creada al más alto nivel, llama profundamente la atención la ausencia en la composición de la Comisión de las Carteras de Economía, Fomento y Reconstrucción y de Hacienda, lo que constituye una muestra más del carácter sectorial con que se visualizan en Chile los problemas ambientales y de la dicotomía entre "desarrollo" y "conservación" que prevalece en la mentalidad de los gobernantes.

CAPITULO 12

Fernando Soler y Carla Grandi

Desafío Ambiental



Desafío Ambiental

La lectura de los distintos capítulos que configuran el libro sobre el 'Medio Ambiente en Chile' permite constatar, por una parte, la urgente preocupación de la humanidad frente a los problemas medioambientales y su incidencia en la calidad de vida de la población, y por otra, la dificultad de encontrar vías de solución a tales problemas.

Fuertes presiones de la opinión pública internacional derivan en la necesidad de postular un desarrollo que considere la necesaria armonía que debe alcanzar la sociedad en términos de crecimiento, fundamentándose en el reconocimiento de que la biosfera tiene una limitada capacidad, motivo por el cual un crecimiento disfuncional podría, con alta probabilidad, afectar la armonía del planeta. Es por tal preocupación que, en las últimas décadas, se observa un creciente interés por parte de Organismos Internacionales, de Gobiernos, de Instituciones Científicas y Universidades y de grupos medioambientalistas en el estudio de estos problemas y en la integración de estas materias a los procesos decisionales y políticas, con el fin de lograr una gestión armónica del medio ambiente. De este modo, la opinión pública internacional se impone de una nueva racionalidad y de una moral común al manejo y conservación de los distintos ecosistemas.

Es en este contexto en el cual se entiende el despertar de una conciencia pública mundial que se plantea la necesidad de proteger el medio ambiente del deterioro, de la degradación, de la sobreutilización de los ecosistemas a través de modelos de artificialización intensivos, de la consecuente pérdida de recursos y del deterioro de la calidad de vida para ciertos sectores de la sociedad.

En definitiva, la problemática ambiental se constituye en un elemento importante de presión que sostiene y fundamenta un concepto integral de supervivencia, concebido en términos de una calidad deseable de vida para la humanidad, tanto presente como futura.

Chile no se ha mantenido completamente al margen de esta inquietud. De hecho, no se desconoce el agudo problema ambiental actual del país, de profundas raíces históricas, y cuyas proyecciones

futuras son alarmantes de no mediar acciones sustantivas que, abordando adecuadamente las causas, tiendan a evitar efectos no deseables.

Es así como el presente libro es un testimonio de problemáticas ambientales, tales como la contaminación hídrica, atmosférica y biocenósica. En él se abordan, entre otros, los procesos de desertificación tanto física como demográfica; se exponen problemas de erosión, salinización y sedimentación, categorizándolos como enfermedades ecosistémicas, cuya necesidad de enfrentarlas es no sólo necesaria, sino inminente. Se observa y califica como crítica la situación ambiental y la concomitante calidad de vida de vastos sectores de nuestras ciudades; se establecen correlaciones significativas entre los elementos etiológicos y las características socioeconómicas de determinados sectores de la población, enfrentando con criterio crítico la asignación de recursos materiales y humanos para la protección y prevención de la salud. Se hace hincapié en la inadecuada polarización histórica hacia recursos energéticos escasos.

En función de lo anterior, se han desarrollado programas especiales —tanto nacionales como internacionales— de investigación y cooperación frente a los problemas del medio ambiente. Simultáneamente se han llevado a cabo investigaciones relativas a contaminación, industrialización, enfermedades ecosistémicas y comportamientos ambientales y los consecuentes programas de recuperación ecosistémica. Se han adoptado, además, políticas específicas, tales como las de Áreas Silvestres Protegidas, cuyo fin es destinar algunos sectores de la ecósfera como lugares de preservación de los ecosistemas naturales en su estado original, manteniendo muestras de comunidades animales o vegetales y formaciones geológicas con posibilidades de extinción, y asegurar así la continuidad de los procesos evolutivos y la regulación del medio ambiente. Proponiéndose mociones legislativas, y formulándose, entre otras, políticas de salud que, si bien específicas e incompletas, tienden a considerar la variable medio ambiental.

Por otra parte, acciones internacionales han derivado, en Chile, en la suscripción de hecho a 18 Convenios. Ellos han apuntado especialmente a la protección de la vida natural. No cabe duda que, en los últimos 15 años, se ha puesto un fuerte énfasis en la necesidad de que estos instrumentos internacionales que protegen la vida silvestre, ya sea de manera global o específica, tengan una aplicación concreta no solamente a nivel de organismos públicos, sino que, además, haya una participación de las universidades en el desarrollo de las investigaciones en el país. En algunos casos se ha logrado éxito, en otros el éxito se mide, sobre todo, en términos de vedas o restricciones.

Es necesario recalcar que la dimensión internacional es, para un país como Chile, más que nada una potencialidad, como una posibilidad y voluntad de inserción del país en un sistema de cooperación internacional, inserción que, hasta este momento, es sólo parcial. Más aún, cuando las variables ambientales pueden acrecentar su importancia dentro de la política exterior del país.

La importancia creciente de la cooperación internacional en materia ambiental puede servir como incentivo para plantear políticas ambientales a nivel subregional o regional, aunque sólo sea respecto de sectores determinados. Este aspecto permitiría aprovechar, a nivel nacional, la experiencia extranjera y viceversa, así como facilitaría el eventual manejo de recursos compartidos con otros países.

Sin embargo, gran parte de las acciones mencionadas, tanto de iniciativa nacional como las inducidas por la cooperación internacional, son, con frecuencia, meros postulados de intenciones, sin el respaldo de una voluntad real en la aplicación de las medidas o instrumentos necesarios para llevarlas a cabo. De hecho, estas acciones son mínimas, generalmente, poco efectivas, apuntan a los hechos consumados y, en consecuencia, a los efectos más críticos y visibles, y en muy escasa medida pretenden abordar aspectos preventivos. Esto define la aplicación precaria o ineficiente de ciertos convenios, y anticipa la dificultad de modificar aceleradamente ciertas tendencias.

Estas acciones defectan, como se ha dicho, en la medida en que se concentran, prevalentemente, en los efectos críticos del deterioro y degradación ambientales, en los efectos detectables, y visiblemente manifiestos, sin tomar en consideración todos aquellos otros efectos, que, en estado actual de latencia, se harán manifiestos críticamente en las próximas generaciones. Por otra parte, tales acciones tienden a enfrentar, en particular, los efectos de degradación o contaminación materiales,

es decir, básicamente dicen relación con los efectos críticos en una biogeoestructura degradada, descuidando aquellos otros que inciden sobre la socioestructura.

Es necesario destacar que, en general, estas acciones son parciales en su aplicación geográfica, siendo indispensable dejar claro que el problema ambiental no sólo es el problema de la contaminación en la ciudad de Santiago. Por otra parte, la solución de una problemática ambiental específica no debe derivar, como ya ha sucedido, en la generación de otros problemas ambientales de magnitud tal vez mayor.

A pesar de las acciones mencionadas anteriormente, insuficientes para conservar los bancos ecológicos del país, Chile tiende a convertirse en un 'área devastada' y tanto la opinión pública del país como las correspondientes instancias de decisión no pueden ni deben cerrar los ojos a esta continua degradación del ambiente natural y humano. Se constata, por lo tanto, la carencia de una política nacional ambiental con objetivos y principios claros que precise lo que se busca en materia ambiental y los medios para conseguirlo. Esto se traduce, a su vez, en la carencia e imperfecciones de un ordenamiento jurídico-ambiental adecuado y eficiente.

La degradación del ambiente puede considerarse como un subproducto de la acción del hombre, estableciéndose con frecuencia una relación simbiótica entre vida humana y deterioro; a tal extremo pueden interrelacionarse que, algunos autores, definen las distintas formas de contaminación como aspectos concomitantes del desarrollo —subproducto de la producción de bienes, subproducto del modo de construcción y crecimiento de las ciudades, subproducto del transporte y de la energía, etc.—. Más aún, no sólo el hombre tecnologizado genera problemas de deterioro, los hay que se producen, o se han producido, en forma espontánea, o bajo la acción del hombre en estados más primarios, pero en estos casos la relación espacio-tiempo permitía al medio reciclar su degradación convenientemente. Es esta relación la que actualmente es crítica y, en este sentido, no se cuestiona el proceso de artificialización propiamente tal, sino la ruptura radical de aquel equilibrio espacio-tiempo que implica superar significativamente las capacidades autorregeneradoras de la biogeoestructura. Tal ruptura o desequilibrio está mediatizada, por lo tanto, por las relaciones de beneficios inmediatos versus costos futuros, y tiene que ver, en esencia, con una irresponsabilidad tanto presente como hacia las generaciones que vendrán.

En este sentido los factores que, de hecho, definen las relaciones medioambientales son:

- El individuo, que tiende a maximizar sus beneficios económicos minimizando los plazos y decidiendo, por lo tanto, aquellas utilidades espaciales funcionales a sus opciones más rentables desdeñando así, irresponsablemente, el óptimo social. Sin embargo, el individuo actúa en un contexto más amplio que se le muestra permisivo, y este contexto es la sociedad.
- Sociedad, que tiende a asignarse modelos nacionales y opciones de desarrollo, a veces inadecuados a los objetivos de preservación y conservación, insertos en perspectivas internacionales e incluso transnacionales de desarrollo. Definiéndose así modos más rentables de utilización de los espacios nacionales, con objetivos de lucro individuales en desmedro de objetivos sociales y de bien común. De esta manera, el uso de los recursos, frecuentemente, no se decide por su capacidad real de uso, sino por demandas e intereses inmediatos, ignorándose la capacidad de regeneración, generación, metabolización y reciclaje de cada sistema.

La sociedad, de este modo autoconcebida, opta por la cosecha inmediata, por la indiferencia cultural y por la degradación y destrucción del ambiente.

Las afirmaciones anteriores no deben, sin embargo, ser interpretadas como una negación al desarrollo. La transformación del ambiente natural y construido no debe ser objeto de alarma en la medida en que el desarrollo puede ser una transformación positiva del ambiente y no necesariamente el planteamiento de su destrucción. En este sentido, lo que se postula es un desarrollo que contemple y asimile la jerarquía espontánea que observa la naturaleza, constituyendo las acciones que se ejercen sobre ella una actitud no sólo de dominio sobre la naturaleza sino de extremo respeto a ella.

La conservación ambiental no implica necesariamente un freno al desarrollo económico. Al contrario, la experiencia ha demostrado, convincentemente, que no hay desarrollo económico racional y equitativo sin preservación del medio. La degradación acentúa, además, las desigualdades econó-

micas que afectan inevitablemente a los sectores marginales. Y así, degradación ambiental e injusticia social se constituyen en dos aspectos de un mismo problema. Por lo tanto, la condición humana y su calidad de vida está vinculada fuertemente con el estado del ambiente.

De las decisiones económicas y sociales por las que opte la sociedad hoy, dependerá la preservación valorizada o la destrucción de los ecosistemas. En consecuencia, para lograr un desarrollo racional y balanceado y, al mismo tiempo, preservar el medio ambiente, se requiere de un proceso de desarrollo renovador que implique eficiencia y equidad. El mayor reto intelectual y político de nuestro tiempo es la articulación y la formulación posible de este nuevo tipo de desarrollo.

Chile se inserta, históricamente, en el resto del mundo con una perspectiva de explotación de recursos naturales tanto renovables como no renovables, destinando masivamente los suelos a aquellas actividades que, en momentos específicos, expresan las opciones económicas más atrayentes. La extracción de los recursos ha aportado, sin duda, innumerables beneficios, pero ha tenido también fuertes impactos en el medio ambiente chileno. Este modo de inserción ha dejado profundas e irreparables secuelas ambientales, tales como la pérdida relativa de nutrientes para la nación, en la etapa de intensa exportación de trigo, o en la explotación indiscriminada de sus recursos forestales. Exportaciones que, en otros y en los actuales tiempos, reportan a veces retornos insuficientes, y cuando los hubo suficientes, fueron, a menudo, retornos malamente aprovechados o parcialmente distribuidos. Esta inserción histórica permite, además, identificar los efectos de acciones provenientes de los países industrializados, sobre nuestra sociedad, tales como el tipo de proceso de desarrollo concomitante con pautas culturales y tecnológicas que condicionan el uso y apropiación del entorno natural y constitución de formas de habitat que no se corresponden con las características y potenciales de nuestro entorno natural.

Lo anterior nos ha llevado a un desarrollo, primordialmente, imitativo que no ha considerado los desafíos específicos del entorno natural nacional.

En efecto, dentro de los planteamientos específicos analizados en este libro, se postula la necesidad de un tipo de desarrollo no imitativo; la necesidad de un concepto de desarrollo como un proceso de aprendizaje de la sociedad para enfrentar los desafíos del entorno; identificándose, además, en este tipo de desarrollo los desafíos de autodeterminación frente a las otras sociedades; el de sustentabilidad respecto a los recursos y el de la calidad de vida respecto al habitat

Sin embargo, detrás de esta problemática subyace el concepto cultural en el que se sustenta nuestro país, determinado por intereses inmediatos, ejemplificado con los casos históricos del trigo en el siglo pasado, del salitre, de la plata, del cobre, o con el caso específico de la estructura morfológica de las ciudades. Es por ello que podemos preguntarnos si, de algún modo, estamos gestando un planteamiento cultural propio protegiendo nuestros recursos y nuestras posibilidades de sobrevivir como nación.

Con más fuerza que en cualquier época del pasado, Chile deberá recurrir a sus recursos naturales para salir de la crisis económica actual: no pareciera haber otro modo de pagar la deuda externa si no es con el patrimonio de nuestros minerales, nuestros bosques y nuestro mar. La presión sobre tales recursos será, sin duda, sin precedentes. Esto se conjuga, además, con el hecho de que no pareciera existir, más allá del círculo reducido de investigadores e intelectuales, una preocupación pública sobre los efectos que la transformación de los recursos tendrá en la naturaleza; si va a ser una transformación con transferencia de ese potencial valorizado a las próximas generaciones o una explotación degradadora como ha ocurrido con frecuencia en el pasado.

Evidentemente, el desafío no consiste en no tocar los recursos, sino en enfrentar preguntas como las siguientes:

¿Cómo utilizaremos los recursos naturales del país para resolver, por una parte, los problemas económicos que nos impone la actual crisis, y por otra, la transferencia de sus potencialidades a las próximas generaciones de chilenos?

¿Cómo evitar la destrucción del pasado cuyas consecuencias se sienten hoy?

¿Cómo evitar que las acciones emprendidas hoy impidan satisfacer aspiraciones de calidad de vida

que surgirán en etapas más avanzadas del desarrollo del país, cuando ya estas urgencias puedan ser superadas?

Las interrogantes anteriores derivan en una solución no dependiente exclusivamente de la capacidad tecnológica del país para reaccionar a los efectos de la degradación del ambiente, sino que dice relación, sobre todo, con la voluntad social de enfrentar el problema ambiental. Es decir, se plantea fundamentalmente un asunto de valores y actitudes, y por ello, de elecciones conductuales que atingen a las ciencias sociales y a aquellas otras disciplinas llamadas a ejercer pautas sobre los comportamientos humanos. Es necesario, en consecuencia, cuestionarse sobre aquellos valores que deberá desarrollar la sociedad chilena para conciliar objetivos económicos legítimos e inmediatos con el mejoramiento de la calidad de vida, los que dependen más que del nivel de ingresos, del acceso de todos a los recursos del ambiente natural y construido, del equilibrio entre hombre y naturaleza y de la diversidad y autosustentabilidad de los ecosistemas.

Es así como en el Capítulo 'Derecho'* se plantea que la mayor parte de las deficiencias que pueden observarse en nuestro ordenamiento jurídico-ambiental obedecen al hecho de no haber contado nunca nuestro país con una política nacional ambiental que señale principios y objetivos claros y globales al respecto. Nuestro país, se afirma, no ha precisado lo que busca en materia ambiental, ni cómo espera conseguirlo, ni cuánto está dispuesto a pagar por ello. La planificación del desarrollo, por lo mismo, se ha venido efectuando sin prestar la debida consideración a los cimientos ecológicos de nuestra economía, o visualizándolos, en el mejor de los casos, como un sector más de aquellos en que tradicionalmente ha sido compartimentalizada la realidad nacional para los fines de su manejo por parte de la acción gubernamental.

Deriva, también, de la inexistencia de una política nacional ambiental que nuestra legislación para la protección del ambiente exhiba un alto grado de inorganicidad, incoherencia y de falta de eficiencia potencial, sin contar el muy menguado índice de acatamiento práctico de que dan muestras sus contenidos preceptivos. Y, como no podría ser de otro modo, también ha repercutido esta situación en el aparato administrativo generado para la tuición y gestión pública de nuestro patrimonio ambiental, en el que las competencias ambientales se encuentran repartidas y dispersas en una multiplicidad de organismos de diferente rango que operan, de manera inorgánica, sectorializada, con paralelismo o ambigüedad de funciones y responsabilidades y, a veces, hasta de manera competitiva, lo que no lleva sino a tornar más precaria y eventual la eficiencia social de la normativa confiada a su aplicación. Puesto en otros términos, la falta de orden en los fines ha sido causa de un apreciable grado de desorden en los medios de que se ha hecho uso para alcanzarlos, no menos que en la estructura institucional encargada de operarlos.

La rectificación de esta situación, a juicio del autor, debiera comenzar por la formulación de una política nacional ambiental diseñada a partir de un diagnóstico exhaustivo de nuestra realidad ambiental, con amplia participación de la comunidad nacional y sobre la base, nunca perdida de vista, que los problemas ambientales, como los elementos y relaciones en que inciden, son siempre problemas concatenados y proyectan sus consecuencias, a fin de cuentas, sobre la globalidad de la urdimbre ambiental en que se organizan los componentes del ambiente que los padecen de modo prevaleciente, lo que equivale a decir que la coyuntura ambiental debe ser abordada de manera integrada e integral, dentro del marco de una concepción sistémica del ambiente. Sobre una base así establecida, el país debiera tender a la revisión y reorganización de su normativa de relevancia ambiental actualmente vigente con miras a llegar a contar, algún día, con una ley orgánica del ambiente, abarcadora de todos los campos y facetas en que el derecho se encuentra en condiciones de contribuir a la solución del problema ambiental. Y, para el control de la aplicación de esta normativa, lo mismo que para la coordinación de las políticas ambientales sectoriales y la vigilancia global del estado del ambiente, el país debiera avanzar hacia la institucionalización de un sistema nacional de protección del ambiente, en que todas y cada una de las Secretarías de Estado, Universidades y organismos públicos y privados asuman su cuota de responsabilidad en el logro de los objetivos trazados por la política nacional ambiental, de manera tal que nadie pueda sentirse eximido de responsabilidades ni quede ajeno al imperativo de asegurar la conservación de nuestro patrimonio ambiental.

* Los conceptos aquí vertidos han sido desarrollados por el profesor Rafael Valenzuela, autor del Capítulo 'Derecho'.

De Redemptor Hominis

El hombre actual parece estar siempre amenazado por lo que produce, es decir, por el resultado del trabajo de sus manos y más aun por el trabajo de su entendimiento, de las tendencias de su voluntad. Los frutos de esta múltiple actividad del hombre se traducen muy pronto y de manera a veces imprevisible en objeto de 'alienación', es decir, son pura y simplemente arrebatados a quien los ha producido; pero, al menos parcialmente, en la línea indirecta de sus efectos, esos frutos se vuelven contra el mismo hombre; ellos están dirigidos o pueden ser dirigidos contra él. En esto parece consistir el capítulo principal del drama de la existencia humana contemporánea en su dimensión más amplia y universal. El hombre, por tanto, vive cada vez más en el miedo. Teme que sus productos, naturalmente no todos y no la mayor parte sino algunos y precisamente los que contienen una parte especial de su genialidad y de su iniciativa, puedan convertirse en medios e instrumentos de una autodestrucción inimaginable, frente a la cual todos los cataclismos y las catástrofes de la historia que conocemos parecen palidecer. Debe nacer, pues, un interrogante: ¿por qué razón este poder, dado al hombre desde el principio —poder por medio del cual debía él dominar la tierra (Gen. 1,28)—, se dirige contra sí mismo, provocando un comprensible estado de inquietud, de miedo consciente o inconsciente, de amenaza que de varios modos se comunica a toda la familia humana contemporánea y se manifiesta bajo diversos aspectos?

Este estado de amenaza para el hombre, por parte de sus productos, tiene varias direcciones y varios grados de intensidad. Parece que somos cada vez más conscientes del hecho de que la explotación de la tierra, del planeta sobre el cual vivimos, exige una planificación racional y honesta. Al mismo tiempo, tal explotación para fines no solamente industriales, sino también militares, el desarrollo de la técnica no controlado ni encuadrado en un plan a radio universal y auténticamente humanístico, llevan muchas veces consigo la amenaza del ambiente natural del hombre, lo enajenan en sus relaciones con la naturaleza y lo apartan de ella. El hombre parece, a veces, no percibir otros significados de su ambiente natural, sino solamente aquellos que sirven a los fines de un uso inmediato y consumo. En cambio, era voluntad del Creador que el hombre se pusiera en contacto con la naturaleza como 'dueño' y 'custodio' inteligente y noble, y no como 'explotador' y 'destructor' sin ningún reparo".

*De la carta Encíclica REDEMPTOR HOMINIS
Del Sumo Pontífice Juan Pablo II,
Capítulo 111, párrafo 15*

Nómina de Inserciones

	Pág.
ECOSISTEMA TERRESTRE	
• Ecodesarrollo y Ecosistema <i>Gastó C, Juan y Gallardo, Sergio</i>	21
• Desertificación <i>Editada por Fernando Soler R. y Carla Grandi T., basada en información extraída de The State of India's Environment, 1982: A citizens' Report, New Delhi, 1982.</i>	39
• El Pino Insigne en Chile <i>Urrutia R., Jorge</i>	41
• Antecedentes del Pino Insigne en Chile <i>Urrutia R., Jorge</i>	42
• Urbanización y Reservas de la Biosfera <i>Gastó C., Juan y Gallardo, Sergio</i>	47
• Uso de la Tierra <i>Gastó C, Juan y Gallardo, Sergio</i>	50
• Elementos para el Desarrollo de una Política <i>Gastó C, Juan</i>	52
AMBIENTE OCEÁNICO	
< Pesquerías Chilenas <i>Lederman A., Juan. (Editado)</i>	59
• Algas Marinas <i>Santelices, Bernabé y Vásquez, Julio. (Editado)</i>	65
• Algas Marinas en Chile: Un Recurso de Importancia <i>Santelices, Bernabé y Vásquez, Julio. (Editado)</i>	67
• Ecología Pelágica en la Antartica <i>Antezana J., Tarsicio. (Editado)</i>	89
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	
• Lluvia Acida <i>Saez R., Pablo Baldomero</i>	114

	Pág.
• Estabilidad Atmosférica <i>Sáez R., Pablo Baldomero</i>	123
• Efecto Invernadero <i>Sáez R., Pablo Baldomero</i>	131
• Contaminación Atmosférica en la Intercomuna Concepción-Talcahuano <i>Sáez R., Pablo Baldomero</i>	135
 ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS	
• El Mar y las Áreas Protegidas <i>Weber R, Carlos</i>	147
• Medicina Herbal _____ <i>Editado por Fernando Soler R. y Carla Grandi T. En base a información extraída de The State of India's Environment, 1982: A citizens' Report, New Delhi, 1982.</i>	149
• La Convención del Patrimonio Mundial <i>Weber B., Carlos</i>	157
• Categorías de Áreas Silvestres Protegidas Existentes en la Legislación Chilena <i>Weber B., Carlos</i>	162-163
 RECURSOS NO RENOVABLES	
• Minería y Contaminación Ambiental <i>Sutulov, Alexander; Blanco, Luis y Weisser, Marcial. Del Libro "Del Cobre y Nuestro Desafío", Centro de Investigación Minera y Metalúrgica, Universidad de Concepción, 1978.</i>	173
• Cobre y Medio Ambiente _____ <i>Sutulov, Alexander. Editado de Trabajos presentados por el autor al "Primer Encuentro sobre el Medio Ambiente Chileno", CIPMA, La Serena, 1983.</i>	177
 ENERGÍA	
• Recursos Energéticos Nacionales y Estructura del Consumo de Energía <i>Del Valle V, Alfredo y Sáez C, Juan Carlos</i>	197
• Electrificación y Desarrollo Energético <i>Instituto de Ingenieros de Chile, 1936.</i>	210
• Evolución del Consumo de Energía en la Agricultura Campesina Familiar <i>Del Valle V., Alfredo y Sáez C, Juan Carlos</i>	219
 SALUD	
• Salud y Ambiente <i>Andrés Bello, Memoria del Rector de la Universidad de Chile, 29-X-1848</i>	231

	Pág.
Envenenamiento por Contaminación del Agua <i>Editado por Carla Grandí T. y Fernando Soler R., en base a información extraída de The State of India's Environment, 1982: A Citizens' Report.</i>	234
Salud y Ruido <i>Editado por Carla Grandí T. y Fernando Soler R., en base a información extraída de The State of India's Environment, 1982: A Citizens' Report; y "Ruido Urbano: Causas, Evaluación y Efectos", H. Costabal, R. Pesce; 'Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno", CIPMA, La Serena, 1983.</i>	244
Los Accidentes del Tráfico <i>Tomado de Salud Mundial, enero- febrero, 1984.</i>	257

ENTORNO CULTURAL

• Patrones de Desarrollo <i>Declaración de las Organizaciones Ambientales, Mensaje de Apoyo a la Vida, párrafo 6-9 (ONG), Nairobi.</i>	266
• Cipreses y Alerces <i>Alonso de Ovalle, Histórica Relación del Reino de Chile, 1646.</i>	271
• Palmas y Araucarias <i>J. Ignacio Molina, Compendio de la Historia... del Reino de Chile, 1776.</i>	271
• Civilización y Ecosistem <i>Gastó C, Juan</i>	274
• Ecología y Sociedad <i>Gastó C, Juan</i>	275

LA GRAN CIUDAD

• Utilización de Suelo Agrícola por Crecimiento Urbano del Área Metropolitana de Santiago: 1955-1984 <i>Rojas, T., Eduardo. Trabajo publicado en Boletín sobre Mercado de Suelo Urbano en el Área Metropolitana de Santiago, N° 8, Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2° Trimestre, 1984.</i>	284
• Transporte Urbano y Medio Ambiente <i>Matas C, Jaime</i>	293
• Percepción de los Problemas Ambientales Urbanos: Expertos y Habitantes <i>Matas C, Jaime</i>	298
• Perfil Ambiental <i>Matas C, Jaime</i>	302

	Pág.
<ul style="list-style-type: none"> • El Concepto de Empresario Indirecto y la Gestión del Medio Ambiente Urbano <i>Daher H., Antonio. Inserción basada en La Ciudad Cristiana, Antonio Daher H., Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Estudios Urbanos, Santiago, 1983. (Editado por el autor).</i> 	306
<ul style="list-style-type: none"> • La Redención de la Materia, Descontaminación Cósmica, Restauración Cristiana <i>Daher H., Antonio. Inserción basada en La Ciudad Material, de Antonio Daher, H., Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Estudios Urbanos, Santiago, 1983. (Editado por el autor).</i> 	309
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	
<ul style="list-style-type: none"> • Explosiones nucleares en el Pacífico <i>Pilar Armanet A, Editado por Fernando Soler R. y Carla Grandi T.</i> 	320
<ul style="list-style-type: none"> • Ecología y Armamentismo Nuclear <i>Pilar Armanet A. Editado por Fernando Soler R. y Carla Grandi T.</i> 	321
<ul style="list-style-type: none"> • Régimen Ballenero y las 200 Millas Marinas <i>Undurraga Ch., Ignacio. Editado por Fernando Soler R. y Carla Grandi T.</i> 	325
<ul style="list-style-type: none"> • La Vicuña y el Poblador Andino <i>Infante C, María Teresa</i> 	330
<ul style="list-style-type: none"> • Protección del Medio Ambiente Antártico <i>Infante C, María Teresa</i> 	332
<ul style="list-style-type: none"> • Convenios del Medio Ambiente en los que Chile es parte 	333
DERECHO	
<ul style="list-style-type: none"> • Consideraciones sobre una Política Ambiental <i>Informe Founex sobre 'Desarrollo y Medio Ambiente', preparatorio de la Conferencia de Estocolmo, párrafos 38 y 39.</i> 	341
<ul style="list-style-type: none"> • Derechos y Deberes Económicos de los Estados <i>Carta de las Naciones Unidas sobre Derechos y Deberes Económicos de los Estados, aprobada en su 29° Reunión, Artículo 30.</i> 	344
<ul style="list-style-type: none"> • Declaración de Principios <i>Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Principios extraídos, Estocolmo, 1972.</i> 	344
<ul style="list-style-type: none"> • El Medio Humano y sus Amenazas <i>Declaración de Nairobi, párrafos extraídos, aprobada por 105 gobiernos en la Sesión de un Carácter Particular del Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 1982.</i> 	351

Consideraciones del Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje 359
Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje, *parte considerativa, suscrita en Bonn, República Federal de Alemania, 23 de junio de 1979.*

Carta Mundial de la Naturaleza 360
Parte considerativa aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, XXXVII, 1982. 111 Estados la votaron a favor; 1 voto en contra, 18 se abstuvieron, entre ellos Chile.

DESAFIO AMBIENTAL

- **De Redemptor Hominis** 378
Carta Encíclica del Sumo Pontífice Juan Pablo II, Capítulo III, párrafo 15.

Cuadros	pag
7.7. <i>Clasificación de la Capacidad de Uso Múltiple de la Tierra</i>	19
6.7. <i>Efectos Potenciales de la Energía sobre el Medio Ambiental</i>	192
6.2. <i>Actividades Humanas y sus Principales Fuentes de Energía en la Historia de Chile</i>	201

Diagramas

2.7. <i>Estructura Trófica del Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sur-Este</i>	92-93
2.2 <i>Estructura Trófica del Ecosistema Sub-Antártico.</i>	96
6.1. <i>Actividades Humanas y su Entorno</i>	187
6.2. <i>El Sistema Energético y sus Efectos Ambientales Directos</i>	190-191
6.3. <i>Actividades Humanas, Sistema Energético y su Entorno</i>	194-195

Figuras

2.7. <i>Distribución de Clorofila frente a la Costa Austral de Chile</i>	63
2.2. <i>Distribución Geográfica de Especies de Eufausidos en el Pacífico Sur-Oriental (I)</i>	70-71
2.3. <i>Distribución Geográfica de Especies de Eufausidos en el Pacífico Sur-Oriental (II).</i>	72-73
2.4. <i>Borde Oriental del Giro Anticiclónico del Pacífico Sur-Este</i>	74
2.5. <i>Corte esquemático del Sistema de Corrientes de Chile-Perú a los 29° Sur.</i>	76
2.6. <i>Masas de Agua y Circulación en el Pacífico Sur-Este Meridional durante Verano</i>	78
2.7. <i>Visión Esquemática de las Masas de Agua frente a la Costa de Chile.</i>	80
2.8. <i>Distribución de la Fuerza del Viento sobre la Superficie del Mar,</i>	81
2.9. <i>Distribución del Transporte de Ekman Producido por la Fricción del Viento sobre la Superficie del Mar</i>	81
2.70. <i>Circulación en un Área de Surgencias o Afloramiento.</i>	84
2.7.7. <i>Mezcla Turbulenta y Anomalías de Temperatura</i>	84-85
2.72. <i>Distribución de Especies de Eufausidos asociados al Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sur-Este.</i>	87
2.73. <i>Fuentes de Contaminación, Tipos de Contaminantes y Posible Transporte Superficial de ellos en la Bahía de Concepción y Áreas Costeras Adyacentes</i>	100
2.14. <i>Distribución de las Concentraciones de Algunos Parámetros para una Estación Representativa de la Bahía de Concepción durante el Período de Surgencia Estuarino.</i>	101

2.15	<i>Esquema de un Perfil Vertical de las Aguas de la Bahía</i>	
	<i>De Concepción mostrando algunos de los Procesos Físicos y</i>	
	<i>Químicos que pueden alterar la Dispersión de Contaminantes.</i>	105
3.1.	<i>Circulación Atmosférica o Macroescala sobre la Tierra</i>	125
3.2.	<i>Efectos de Cerros sobre la Contaminación Atmosférica.</i>	127
3.3.	<i>Efectos de Valles en la Circulación del Viento.</i>	127
3.4.	<i>Circulación en un Valle de Orientación Norte-Sur debido a Efectos Térmicos.</i>	127
3.5.	<i>Circulación Espiral del Aire en un Valle debido a una Combinación de Efectos Térmicos y al Viento cuando éste Sopla a lo largo del Valle</i>	128
3.6.	<i>Circulación del Aire en un Valle debido a una Combinación de Efectos Térmicos y al Viento cuando éste Sopla a través del Valle.</i>	128
3.7.	<i>Efecto de la Ciudad sobre la Circulación debido al Calor Retenido por la Ciudad.</i>	130
3.8.	<i>Efecto Turbulento Producido por la Ciudad.</i>	130

Gráficos

1.1.	<i>Esquemas Generalizados de las Proyecciones Vertical y Horizontal de una Cuenca.</i>	16-17
1.2.	<i>Esquema General del Incremento de la Artificialización de un Ecosistema Cualquiera.</i>	20
7.2.	<i>Esquema Generalizado de la Evolución del Tamaño Relativo de los Componentes Biogeoestructurales, Tecnoestructura y Socloestructura de un Ecosistema Cualquiera en la Ecósfera</i>	23
1.4	<i>Etapas del Desarrollo Silvoagropecuario</i>	25
3.1.	<i>Emisión de Materia Particulada para Santiago (1982), Reino Unido (1976) y Estados Unidos (1977).</i>	119
3.2.	<i>Emisión de Óxidos de Azufre para Santiago (1982), Reino Unido (1976) y Estados Unidos (1977)</i>	119
3.3.	<i>Emisiones de Óxidos de Nitrógeno para Santiago (1982), Reino Unido (1976) y Estados Unidos (1977).</i>	120
3.4.	<i>Emisión de Hidrocarburos para Santiago (1982), Reino Unido (1976) y Estados Unidos (1977).</i>	120
3.5.	<i>Emisión de Monóxido de Carbono para Santiago (1982), Reino Unido (1976) y Estados Unidos (1977)</i>	121
3.6.	<i>Ciclo Anual Promedio de Material Particulado, Óxidos de Nitrógeno y Dióxido de Azufre para Santiago de Chile durante 1977-1980</i>	132
3.7.	<i>Ciclos Diarios Típicos de Monóxido de Carbono para el Centro de Santiago de Chile durante 1977-1980</i>	132
3.8.	<i>Ciclos Diarios Típicos de Dióxido de Azufre para el Centro de Santiago de Chile durante 1977-1980.</i>	132
4.1.	<i>Superficie de las Áreas Silvestres Protegidas del Estado.</i>	161
6.1.	<i>Evolución de los Precios Internacionales del Petróleo entre 1952-1983</i>	213
6.2.	<i>Relación entre Uso Residencial de Energía y Nivel de Gasto Familiar.</i>	217
7.7.	<i>Morbilidad en Dos Grupos de Enfermedades Infecciosas: Chile 1961-1982</i>	250
7.2.	<i>Enfermedades Entéricas. Tasas de Morbilidad. Chile y Región Metropolitana, 1966-1983.</i>	252

Tablas

	pag.
2.1 <i>Masas de Aguas en el Pacífico Sur-Oriental Meridional.</i>	77
2.1. <i>Lista de Especies de Peces Pelágicos Dominantes en los Ecosistemas de Margen Oriental</i>	88
2.2. <i>Nombres Vulgares y Científicos de los Organismos Depredadores y sus Presas.</i>	94
2.3. <i>Principales Fuentes de Contaminación en el Complejo Concepción-Talcahuano.</i>	99
2.4. <i>Características de la Circulación Estacional de la Bahía de Concepción y Algunos de sus Efectos.</i>	103
2.5. <i>Características de las Aguas del Mínimo de Oxígeno antes de Aflorar.</i>	103
2.6. <i>Características Naturales de los Sedimentos Reductores de la Bahía de Concepción</i>	104
2.8. <i>Concentración de Metales Pesados y Otros Contaminantes Detectados en los Sedimentos de la Bahía de Concepción</i>	104
3.1. <i>Emisiones de los Principales Contaminantes Gaseosos.</i>	111
3.2. <i>Clasificación General de los Contaminantes Gaseosos del Aire</i>	111
3.3. <i>Normas Federales Estadounidenses de Calidad del Aire Ambiental.</i>	116
3.4. <i>Emisiones Vehiculares Promedio de Motores Bencineros sin Equipo de Control</i>	117
3.5. <i>Normas Estadounidenses de Emisiones Vehiculares.</i>	117
3.6. <i>Emisiones Estimadas de Óxidos de Nitrógeno, Hidrocarburos y Monóxido de Carbono Provenientes de Vehículos en Santiago (1980).</i>	118
6.1. <i>Extensión de Redes Ferroviarias en Chile: 1876-1930</i>	207
6.2. <i>Pérdidas de Energía en el Uso Final</i>	216
7.7. <i>Agua Potable y Evacuación de Excretas. Chile, 1970-1982</i>	236
7.2. <i>Número y Porcentaje de Servicios Fiscales de Agua Potable que Suministraron Agua de Mala Calidad Bacteriológica y Población Sometida a Riesgo. Chile, 1971-1979.</i>	236
7.3. <i>Cantidad de Viviendas Urbanas y Rurales en Chile (1952-1980)</i>	236
7.4. <i>Incidencia de los Distintos Tipos de Fuentes sobre las Emisiones Globales de Santiago</i>	240
7.5. <i>Calidad de Alimentos controlados por el Servicio Nacional de Salud. Chile, 1962-1982</i>	240
7.6. <i>Morbilidad de Algunas Enfermedades Transmisibles en Dos Grupos de Circunscripciones del Gran Santiago (1968-1972 y 1982)</i>	250
7.7. <i>Actividades Realizadas Respecto de Protección de la Salud a Nivel de Ambiente. Chile y Regiones, 1970 y 1980</i>	251
7.8. <i>Indicadores de Salud e Indicadores Socioeconómicos Afines.</i>	255
7.9. <i>Tendencia de la Mortalidad y Otros Indicadores. Chile, 1930-1980.</i>	256
7.70. <i>Principales Causas de Muertes, Distribución Porcentual sobre Total de Muertes de Diversos Períodos. Chile, 1959-1980</i>	258
9.7. <i>Pobreza Crítica en Santiago, Valparaíso y Concepción</i>	291

Referencias Bibliograficas

Capitulo 1.

ECOSISTEMA TERRESTRE

1. Browning, T.O. Animal Populations. Hutchinson, London, 1983.
2. Sánchez, V. y colaboradores. Glosario de Términos Sobre Medio Ambiente. Colegio de México, 1982.
3. Fosberg, F.R. "The Island Ecosystem", en Man's place in the Island Ecosystem. Tenth Pacific Science Congress, Honolulu, Hawai, 1961. Bishop Museum Press., 1983.
4. Evans, F.C. "Ecosystems, the Basic Unit in Ecology". Science 123: 1127-1128, 1956.
5. Thom, R. Structural Stability and Morphogenesis. W.A. Benjamín, Massachusetts, 1975.
6. Gastó, J. y J. Gastó. "Uso de la Tierra". El campesino, Santiago, Chile, abril, 1970.
7. Forest Service. "In Your Service" en The work of Uncle Sam's Forest Rangers, U.S. Department of Agriculture. Forest Service. A.I.B. 136, 1965.
8. Gastó, J. "Bases ecológicas de la modernización de la agricultura". Seminario Regional CEPAL/PNUMA. Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, 1979.
9. Gastó, J. "Acciones del Hombre Sobre el Medio: Ganaderización" en CIPMA, Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno. Vol. I., La Serena, Agosto, 1983.
10. Gasto., Op. Cit. (9)
11. Gastó, J. y G. Sáenz. "Cordillera de la Costa Chilena: Desarrollo Agrícola y Perspectivas Ambientales". Seminario CEPAL/CIFCA sobre el Proyecto Procesos Agropecuarios de Importancia en América Latina. Desde la Perspectiva Ambiental. Doc. 9, Santiago, Chile, junio, 1983.
12. Salcedo, S. y J.I. Leyton. "El Sector Forestal Latinoamericano y sus Relaciones con el Medio Ambiente" en O. Sunkel y N. Gligo (eds.) Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina. Fondo de Cultura Económica, México, 1980.
13. Gligo, N. "El Estilo de Desarrollo Agrícola de la América Latina desde la Perspectiva Ambiental" en O. Sunkel y N. Gligo (eds.) Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina. Fondo de Cultura Económica, México, 1980.
14. Mueller, Ch. "La Expansión de la Frontera Agrícola y el Medio Ambiente. La Experiencia Reciente de Brasil" en O. Sunkel y N. Gligo (eds.) Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina. Fondo de Cultura Económica, México, 1980.
Adamoli, J. y P. Fernández. "Expansión de la Frontera Agropecuaria en la Cuenca del Plata: Antecedentes Ecológicos y Socioeconómicos para su Planificación" en O. Sunkel y N. Gligo (eds.) Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina. Fondo de Cultura Económica, México, 1980.

15. Encina, F.A. Historia de Chile. Veinte volúmenes, Nascimento, Santiago, Chile, 1940-1952.
15. Ibid.
16. Hidalgo, L.J. Cultura Protohistóricas del Norte de Chile, Universitaria, Santiago, Chile, 1972.
17. Bibar, G. de. Crónica y Relación Copiosa y Verdadera de los Reinos de Chile, Santiago.
18. Herrera, A. de. "Descripción de las Indias y Tierra Firme del Mar Océano que Llamam Indias Occidentales". Colección Historiadores de Chile, Vol.27, Santiago, 1901.
19. Lovera, P.M. Crónica del Reino de Chile, Universitaria, Santiago, Chile, 1970.
20. Op. Cit. (15).
21. Rosales, Diego de. Historia General del Reino de Chile, Flandes Indiano, Universitaria, Santiago, Chile, 1969.
22. Op. Cit. (15).
23. Ovalle, A. Histórica Relación del Reino de Chile. Col. Hist. Chile, Santiago, Chile, 1888.
24. Ibid.
25. Cunill, P. "El Deterioro Geográfico del Paisaje Chileno se Produjo en el Siglo XVI". El Mercurio, 30 de enero, Santiago, Chile, 1972.
26. Op. Cit. (15).
27. Correa, F.L. Agricultura chilena, Nascimento, Santiago, Chile, 1938.
28. Vicuña M. La agricultura de Chile, Santiago, Chile, 1 856.
29. Op. Cit. (26).
30. Op. Cit. (26).
31. Barnard, C. y O.H. Frankel. "Grass, Grazing Animals and Man in Historic Perspective" en C. Barnard (ed.). Grasses and grass lands. Mac. Millan, N.Y., 1964.
32. Op.Cit. (11).
33. Lowdermilk, W.C. Conquest of the Land through Seven Thousand Years. Soil Conservation Service, U.S. Dept. Agriculture, Bull., 99, 1953.
34. Hughes, J.D. Ecology in Ancient Civilizations, University of New México Press. Albuquerque, 1975.
35. Peralta, P.M. Antecedentes Básicos para la Ampliación del Programa de Conservación de Suelos y Aguas del DECARAF. IV Región Latinoamericana del Congreso de Fitotecnia, Santiago. En: Rodríguez, Z.M. "Regiones Naturales de Chile y su Capacidad de Uso". Agricultura Técnica 19 y 20, 1959-1960.
36. Rodríguez, Z.M. "Regiones Naturales de Chile y su Capacidad de Uso". Agricultura Técnica 19 y 20, 1959-1960.

Inserciones

ECODESARROLLO Y ECOSISTEMA

1. Sachs, I. "Ambiente y Estilo de Desarrollo". Comercio Exterior 24, p. 360-368, 1977.
2. Nava et al. "Ecosistema. La unidad de la Naturaleza y el Hombre". Univ. A. A. Antonio Narro. Saltillo, México, 1979.
3. Sachs, I. "Ambiente y Estilo de Desarrollo". Comercio Exterior 24, p. 360-368, 1977.
4. Budowski, G. "La Conservación del Medio Ambiente. ¿Conflicto o Instrumento para el Desarrollo?" Ciencia Interamericana, 17, 1976.

USO DE LA TIERRA

1. Gemines, Geografía Económica de Chile, Andrés Bello, Santiago, Chile, 1982.

URBANIZACIÓN Y RESERVAS DE LA BIOSFERA

1. Gemines, Geografía de Chile, Andrés Bello, Santiago, Chile, 1982.

DESERTIFICACION

1. Gutierrez A., Fernando. "El Proceso de la Desertificación" en CIPMA, Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, Vol. I, La Serena, 1983.

Capítulo 2.

AMBIENTE OCEÁNICO

1. McIlhenny, W.F. Extraction of economic inorganic materials from sea-water. In: Riley, J.P. & G. Skirrow, Eds. Chemical Oceanography, 2nd. Edition, Vol. 4. New York: Academic Press; 1975: 330 p.
2. Skinner, B.J. & K.K. Turekian. Man and the Ocean. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.; 1973.
3. Esta particular manera de ver el exoesqueleto de las Diatomeas y los dientes de los Copépodos se debe al Dr. Charles Miller, de Oregon State University.
4. Chelton, D.B., P.A. Bernal & J.A. McGowan. Large-scale interannual physical and biological interaction in the California Current. Journal of Marine Research, 40 (4): 1095-1125; 1982.
5. Beklemishev, K.V. Biogeographic división of the pelagic Pacific Ocean (within the limits of surface and intermediate waters). En ruso. Collected Works - The Pacific Ocean, v. VII, Biology of the Pacific Ocean. Book I, Plankton. Moscow: Science Publ.; 1967: p. 98-169.
6. Beklemishev, K.V. Ecology and Biogeography of the Open Ocean. En ruso. Academy of Sciences USSR. Soviet National Committee for the International Biological Program. Moscow: Science Publ.; 1969. Traducción al inglés: Naval Oceanographic Office U.S.: NOO T-25, 1976: p. 358.
7. McGowan, J.A. Oceanic Biogeographic of the Pacific. In: B.M. Funnell & W.R. Riedel, Eds. The Micropaleontology of Oceans. Cambridge: Cambridge University Press; 1971: p. 3-74.
8. McGowan, J.A. The nature of Oceanic Ecosystems. In: C.B. Miller, Ed. The biology of the Oceanic Pacific. Corvallis: Oregon State University Press; 1974: p. 9-28.
9. McGowan, J.A. 1971, op. cit.
10. McGowan, J.A. 1974, op. cit.
11. Arrhenius, G. Pelagic sediments. In: M.N. Hill, Ed. The Sea, Vol. 3. New York: Interscience; 1963: p. 655-727.
12. Antezana, T. Zoogeography of Euphausiids of the South Eastern Pacific Ocean. In: Anónimo. Memorias del Seminario sobre indicadores biológicos del plancton. Montevideo: UNESCO-ROSTLAC; 1981: p. 5-23.
13. Parrish, R.H.; A. Bakun; D.M. Husby & C.S. Nelson. Comparative Climatology of Selected environmental processes in relation to Eastern Boundary Current pelagic fish reproduction. In: G.D. Sharp & J. Csirke, Eds. Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources. San José, Costa Rica, 18-29 April 1983. FAO Fish Rep., 291, Vol. 3; 1983: p. 731-777.
14. Robles, F.L.; E. Alarcón & A. Ulloa. Water masses in the northern Chilean zone and their variations in the cold period (1967) and warm periods (1969, 1971-73). In: Anonymous. Proceedings of the Workshop on the Phenomenon known as "El Niño". París: UNESCO; 1980: p. 83-174.

15. Robles, F.L., et al., 1980, op. cit.
16. Robles, F.L. Water masses and circulation in the South East Pacific and the El Niño event. Ph. D. Dissertation. Department of Oceanography University of Wales, U.K., 2 Vols.; 1 75 & 1 56 pp.
17. Silva, N. & H. Sievers. Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la corriente de Humboldt, latitudes 18°S - 33°S (Operación Oceanográfica MARCHILE 10/ERFEN 1). Ciencia y Tecnología Marinas (CONA, Chile), 5: 5-50; 1981.
18. Brockmann, C; E. Fahrbach; A. Huyer & R.L. Smith. The poleward undercurrent along the Perú coast: 5°-15°S. Deep Sea Research, 27A: 847-856; 1980.
19. Niiler, P.P. & E.B.Kraus. One dimensional models of the upper Ocean. In: E.B Kraus, Ed. Modelling and prediction of the upper layers of the Ocean. New York: Pergamon Press; 1977: p. 143-172.
20. Lasker, R. Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. Fishery Bulletin (US), 73 (3): 453-462; 1975.
21. Robles, F.L. 1979, op. cit.
22. McGowan, J.A. 1971, op. cit.
23. Antezana, T. 1981, op. cit.
24. Castilla, J.C. Ecosistemas marinos de Chile: principios generales y proposición de clasificación. En: Francisco Orrego, E. Preservación del medio ambiente marino. Santiago: Instituto de Estudios Internacionales, Universidad de Chile. Editorial Universidad Técnica del Estado; 1975; p. 22-37.
25. Castilla, J.C. Características bióticas del Pacífico Sur-Oriental, con especial referencia al sector chileno. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur, 10: 167-182; 1979.
26. Boje, R. & M. Tomczak. Ecosystem analysis and the definition of boundaries in upwelling regions. In: Boje, R. & M. Tomczak, Eds. Upwelling Ecosystems. Berlín: Springer-Verlag; 1978: p. 3-11.
27. Gallardo, V.A. On a benthic sulphide system on the continental shelf of North and Central Chile. In: J.C. Valle Ed. Proceedings International Symposium on Coastal Upwelling, Coquimbo, Chile 18-19 November 1975. Santiago, Editorial Universitaria; 1975: p. 113-118.
28. Castilla, J.C. 1975, op. cit.
29. McGowan, J.A. 1971, op. cit.
30. Björnberg, T.K.S. The planktonic copepods of the MARCHILE-1 Expedition and Eltanin Cruises 3-6, taken in the S.E. Pacific. Boletim Zool. Biol. Mar. (N.S.), 30: 245-394; 1973.
31. Kramp, P.L. A collection of Medusae from the coast of Chile. Vidensk. Medd. Dansk. Naturhist. For., 129: 1-41; 1966.
32. Marterns, J. Die pelagischen Ostracoden der Expedition MARCHILE-1 (Südest-Pazifik) als Indikatoren für Wasserkörper: Systematik, Verbreitung und Zoogeographie. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs. Biologie der Universität Hamburg. Hamburg: 1978; p. 192 + 2 Tafel. (MS).
33. Fagetti, E. Bathymetric Distribution of Chaetognaths in the South Eastern Pacific Ocean. Marine Biology, 17: 7-29; 1972.
34. Antezana, T. 1981, op. cit.
35. Castilla, J.C. 1975, op. cit.
36. Reyes, E. La pesquería austral del mar chileno. Chile Pesquero, 26: 16-24; 1984.
37. F.A.O. Manual of Methods in aquatic environment research. FIRI/ T150 1976, p. 76.
38. Chuecas, L. El petróleo como contaminante. En: Francisco Orrego, Ed. Preservación del medio ambiente marino. Santiago: Instituto de Estudios Internacionales, Universidad de Chile, Editorial Universidad Técnica del Estado, 1975: p. 154-161.
39. Municipalidad de Talcahuano. Informe preliminar sobre contaminación ambiental en la Región de Concepción. (MS); 1975: p. 89.

40. Hoffman, W. Distribución del mercurio como contaminante en el agua, sedimentos y organismos del estero Lengua y áreas adyacentes en la bahía San Vicente (Concepción, Chile). Tesis Universidad de Concepción. Concepción; 1978: p. 163. (MS).
 41. Ahumada, R. y L. Chuecas. Algunas características hidrográficas de la bahía Concepción (36°49'S; 73°03'W) y áreas adyacentes, Chile. *Guyana (Miscelánea)* 8: 1-55; 1979.
 42. Ahumada, R., A. Rudolph and V. Martínez. Circulation and fertility of waters in Concepción Bay. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 16: 95-105; 1982.
 43. Ahumada, R. y D. Arcos. Descripción de un fenómeno de varada y mortandad de peces en la bahía de Concepción, Chile. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur*, 3: 101-111; 1976.
 44. Rudolph, A.; R. Ahumada y S. Hernández. Distribución de la materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno orgánico y fósforo total en los sedimentos recientes de la bahía de Concepción, Chile. *Biología Pesquera*, 13: 71-82; 1984.
 45. Ahumada, R.; R. Morales; A. Rudolph y P. Matrai. Efectos del afloramiento costero en la diagénesis temprana de los sedimento de la bahía de Concepción, Chile. *Bol Soc. Biol. Concepción*. 55: 135-146; 1984.
46. Municipalidad de Talcahuano, 1975, op. cit. 39.

Inserción

ECOLOGÍA PELÁGICA EN LA ANTARTICA

1. Everson, I. "The Living Resources of the Southern Ocean", F.A.O., GLO / SO / 77 / 1. 156 pp., 1977.
2. Laws, R.M. "Seal and Whales in the Southern Ocean". *Phil. Trans. Roy. Soc. London, B*, 279: 81-96, 1977.

Capítulo 3

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

1. Bishop, C.A. "EJC Policy Statement on Air Pollution and its Control"; *Chem. Eng. Prog.*, Vol. 53, 1957.
2. Robinson, E. y Robbins, R.C. "Sources, Abundance, and Fate of Gaseous Atmospheric Pollutants", Stanford Research Institute, Report SRI, Project PR-6755, febrero 1968. Informe Suplementario, junio 1969.
3. Wark, K. y Warner, C.F. *Air Pollution. Its Origin and Control*, 2a. Edición, Harper and Row, Publishers, New York, 1981.
4. American Association for the Advancement of Science, *Air Conservation*, Washington, D.C., 1965.
5. NAPCA, *Air Quality Criteria for Particulate Matter*, AP-49, Washington, D.C., HEW, 1969.
6. Burchard, J.K. "The Significance of Particle Emissions", *J. Air Pollution Control Association*, Vol. 24, 1974.
7. NAPCA, *Air Quality Criteria for Sulfur Oxides*, AP-50, Washington, D.C., HEW, 1970.
8. NAPCA, *Air Quality Criteria for Hydrocarbons*, AP-64, Washington, D.C., HEW, 1970.
9. NAPCA, *Air Quality Criteria for Photochemical Oxidants*, AP-63, Washington, D.C., HEW, 1970.
10. NAPCA, *Air Quality Criteria for Carbón Monoxide*, AP-62, Washington, D.C., HEW, 1970.
11. *Federal Register* 36, N° 84, part II, abril 30, 1971, pp. 8186-8201, Estados Unidos.
12. Liebman, J.C.; Semmens, M.J. y Stukel, J.J. *Air and Water Quality*, Environmental Engineering University of Illinois, Urbana-Champaign, Estados Unidos, 1982.

13. Perry, R.; Riesco, R. "Curso sobre Contaminación Atmosférica", Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 1982.
14. Escudero, J.; Sandoval, H. y Ulriksen, P. "Diagnóstico de la Contaminación Atmosférica de Santiago" en Ingeniería de Sistemas, Vol. III, N° 3, julio 1983.
15. Riesco, R. "Antecedentes Preliminares de la Relación entre el 'Smog' de la Ciudad de Santiago y la Circulación General de la Atmósfera" en Revista Universitaria, Pontificia Universidad Católica de Chile, N° 3, 1980.
16. Ulriksen, P.; Sandoval, H. y Sánchez, L. "Contaminación Atmosférica de Santiago. Parte I. Análisis Estadístico de Concentraciones Medidas" en Boletín de la Sociedad Chilena de Química, Vol. 27, N° 1, 1982.
17. ODEPLAN, Programa de Desarrollo del Estado de Chile, diciembre, 1982.

Inserciones

LLUVIA ACIDA

1. Vermeulen, A.J. "Acid Precipitation in the Netherland", Environ. Sci. Tech., 12, N° 9, pp. 1016-1021, September 1978.
2. Shaw, R.W. "Acid Precipitation in Atlantic Canadá", Environ. Sci. Tech., 13, N° 4, pp. 406-411, April 1979.
3. Glass, N.R.; Glass, G.E. y Rennie, P.J. "Effects of Acid Precipitation", Environ. Sci. Tech., 13, N° 11, pp. 1350-1355, November 1979.
4. Wark, K. y Warner, C.F. Air Pollution: Its Origin and Control, 2a Edición, Harper and Row, Publishers, New York, 1981.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA INTERCOMUNA CONCEPCION-TALCAHUANO

1. Perry, R.; Riesco, R. y Matamala, L. "Curso sobre Contaminación Atmosférica", Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, 1982.

Capítulo 4.

ÁREAS SILVESTRES

1. Gajardo, Rodolfo. "Sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena". Trabajo preparado por el profesor Rodolfo Gajardo y su equipo de colaboradores del Departamento de Silvicultura y Manejo de la Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales de la Universidad de Chile; de acuerdo a los términos de un contrato financiado por la Corporación Nacional Forestal.
2. Ibid.
3. Ibid.
4. Ibid.
5. Revista Naturaleza, N° 7, Septiembre-Octubre-Noviembre; Santiago, Chile, 1983.
6. Ley sobre Monumentos Nacionales, N° 17.288, Artículo N° 31.
7. Ley sobre Áreas de Protección, N° 15.020, Artículo N° 56.

Capítulo 5.

RECURSOS NO RENOVABLES

1. Ruiz F., Carlos. "Panorama de los recursos minerales de Chile", Conferencia en XXX Convención del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, Santiago, noviembre, 1978.
2. Op. Cit. (1).

3. Op. Cit. (1).
4. Op. Cit. (1).
5. Moraga, A.; Fortt, M.A.; Chong, G. y Henríquez, H. "Estudio Geológico del Salar de Atacama, Provincia de Antofagasta", Boletín N° 29, Instituto de Investigaciones Geológicas, 1974.
6. U.S. Geological Survey, "Lithium Resources and Requirements by the Year 2000". Prof. Paper N° 1005, Vine, J. editor, 1976.

Capítulo 6.

ENERGÍA

1. Lovins, Amory y Lovins, L. Hunter. Brittle Power. Energy Strategy for National Security. Brick House Publishing Company. Andover, Massachusetts, 483 páginas, Andover, Massachusetts, 1982.
2. Silva, Sergio y otros. Tecnología y Cambio Cultural: Contribución a una Visión Integral del Desarrollo y de la Evangelización de las Culturas. Diversos trabajos aún no publicados de un proyecto interdisciplinario basado en la Facultad de Teología de la Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, 1980-1984.
3. Villalobos, Sergio. Historia del Pueblo Chileno. Tomo I. Editado por el Instituto Chileno de Estudios Humanísticos y auspiciado por la Fundación Konrad Adenauer, 229 páginas, Santiago de Chile, 1980.
4. Ibid.
5. Ibid.
6. Sutulov, Alexander. Minería Chilena 1545-1975. Centro de Investigación Minero y Metalúrgica, 260 páginas, Santiago de Chile, 1976.
7. Villalobos, Sergio. Historia de la Energía en Chile. Museo Histórico Nacional, 23 páginas, Santiago de Chile, 1983.
8. Villalobos, Sergio. Historia del Pueblo Chileno. Tomo 11, Instituto Chileno de Estudios Humanísticos y auspiciado por la Fundación Konrad Adenauer, 277 páginas, Zig-Zag, Santiago de Chile, 1983.
9. Ibid.
10. Ibid.
11. Ibid.
12. Ibid.
13. Op. Cit. (6).
14. Op. Cit. (8).
15. Ibid.
16. Ibid.
17. Ibid.
18. Alemparte, J. "La Regulación Económica en Chile durante la Colonia". Cuadernos Jurídicos y Sociales XI, Universidad de Chile, 74 páginas, Santiago de Chile, 1920.
19. Marín Vicuña, Santiago. "La industria del Cobre en Chile". Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, pp. 5-30, Santiago de Chile, 1920.
20. Op. Cit. (6).
21. Greve, Ernesto. Historia de la Ingeniería en Chile. Publicaciones de la Comisión Organizadora del Primer Congreso Sudamericano de Ingeniería, Imprenta Universitaria, Santiago de Chile, Tomos I y II, 1938. Tomos III y IV, 1944.
22. Op. Cit. (19).
23. Op. Cit. (21).
24. Alvarez, O. Historia del Desarrollo Industrial de Chile. Sociedad de Fomento Fabril, 391 páginas, Santiago de Chile, 1936.
25. Ibid.
26. Carióla, C. y Sunkel, O. Un siglo de Historia Económica de Chile 1830-1930. Dos ensayos y una bibliografía. Ediciones Cultura

- Hispánica, del Instituto de Cooperación Iberoamericana, 343 páginas, Madrid, 1983.
27. Op.Cit. (24).
 28. Ibid.
 29. Op.Cit. (7).
 30. Ibid.
 31. Jaramillo, Pablo. "Electricidad", en Geografía Económica de Chile. CORFO, pp. 659-683, Santiago de Chile, 1965.
 32. Ibid.
 33. Comisión del Carbón. El Problema Carbonero, 100 págs., Santiago de Chile, 1926.
 34. Puga V., Mariano. El Petróleo Chileno, Andres Bello, 140 págs., Santiago de Chile, 1964.
 35. Ibid.
 36. Ibid.
 37. Aguirre Cerda, P. El Problema Industrial. Prensas de la Universidad de Chile. 1/6 páginas, Santiago de Chile, 1933.
 38. Harnecker, R.; Palma, F.; Claro, J.L.; Edwards, H.; Monge, V.; Sánchez, D.; Santa María, D. "Política Eléctrica Chilena". Publicación en los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, 200 págs., Santiago de Chile, 1936.
 39. CORFO. Fomento de la Producción de Energía Eléctrica, Editorial Nascimento, 16 páginas, Santiago de Chile, 1939.
 40. CORFO. Plan de Electrificación del País. Directivas Generales de Electrificación Primaria del País, 198 páginas, Santiago de Chile, 1942.
 41. González, Eduardo. Prospección de Carbones de Magallanes. Seminario sobre los Recursos Energéticos de Chile, CONICYT, Santiago de Chile, 16-19 abril 1974.
 42. Sáez, Raúl. "La Energía en Chile". Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Editorial Universitaria, páginas 279-310 Santiago de Chile, 1954.
 43. Sáez, Raúl. "Chile y sus Necesidades de Energía". Apartado de la Revista de Minerías N° 49, Imprenta Universitaria, 48 págs. Santiago de Chile, 1955.
 44. ODEPLAN. Informe de la Comisión de Política Energética, 193 páginas, Santiago de Chile, 1976.
 45. Ibid.
 46. Ibid.
 47. Alvarado, S. y Schmidt, R. "La Energía Solar" en el Balance Energético Nacional. Para ser presentado a la XV Convención de UPADI, Santiago de Chile, 41 páginas, 1978.
 48. Díaz, F. y del Valle, A. Fuentes y Usos de Energía en el Sector Rural Pobre de Chile: Síntesis de Ocho Estudios de caso. CIPMA, 37 páginas, Santiago de Chile, 1978.
 49. Del Valle, A. "Uso eficiente de energía: Problemas y Desafíos", en Uso eficiente de Energía en Chile, Mesa Redonda organizada por el Comité Chileno de la Conferencia Mundial de la Energía, páginas 24-50, Santiago de Chile, 1983.
 50. Op.Cit. (48).
 51. Op.Cit. (49).

Inserciones

RECURSOS ENERGÉTICOS NACIONALES Y ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE ENERGÍA

1. OLADE 1981: Organización Latinoamericana de Energía. Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE), 189 páginas, noviembre, 1981, Quito, Ecuador.

2. CNE 1984: Comisión Nacional de Energía. Balancé de Energía 1963-1982, Chile, 1984.
3. Ibid.
4. Op. Cit. (1).
5. Alvarado, S.: An End-Use Oriented Energy Scenario Country Study: Chile 2020, 77 páginas. Apéndices: Tablas y gráficos; 1984.
6. CNE. Comisión Nacional de Energía. Potencial Energético de los Recursos Forestales entre la V y X Región del País, 1980.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA AGRICULTURA CAMPESINA FAMILIAR

1. Díaz, F. y del Valle, A., Fuentes y Usos de Energía en el Sector Rural Pobre de Chile: Síntesis de Ocho Estudios de Caso. Investigación realizada por CIPMA en el marco de la Red de Energía en Países en Desarrollo de las Comunidades Europeas. Santiago, abril de 1984, 37 p. + 4 tablas de datos

Capítulo 7. SALUD

1. Sunkel, O. "Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina". C.M.S. Vol. XXIII, N° 1, marzo, pág. 3, 1982.
2. Capurro, L. "El Hombre y el Ambiente. Necesidad de Conceptualización de sus Relaciones", C.M.S., Vol. XXIV, N° 3, pág. 4, septiembre 1983.
3. Boccardo, H.; Corey, G. "Salud y Medio Humano", en Livingstone. M. y Raczynski, D. Salud Pública y Bienestar Social, pág. 8, Ceplan, 1976.
4. Schifini, J.P. "Primeras Jornadas sobre Contaminación del Ambiente en Chile". Informe Preliminar C.M.S., Vol. XIII, N° 1, pág. 9, 1972.
5. CIPMA, "Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno", La Serena, agosto 1983, Síntesis de Conclusiones Generales C.M.S., Vol. XXIV, pág. 10, N° 4, diciembre 1983.
6. "Conferencia de N.U. sobre el Medio Humano", pág. 10, Estocolmo, junio, 1972.
7. O.M.S. "Declaración de la XX IV Asamblea Mundial de la Salud", pág. 10, agosto 1971.
8. O.M.S. "Atención Primaria de la Salud" Alma Ata, pág. 10, Ginebra, 1978.
9. O.M.S.;O.P.S. "Riesgos del Ambiente Humano para la Salud". Publicación Científica N° 329, pág. 11, E.U.A., 1976.
10. Juric, O. "Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (1981-1990). Public. Min. Sal., pág. 11, 1978.
11. Monreal, J. "Evaluación y Estudio de la Tendencia de la Calidad del Agua Potable en Chile 1971-1976, Publ. Min. Sal., pág. 12, 1978.
- 1 2. "Estudio de Alternativas de Disposición Final para Residuos Sólidos en el Área Metropolitana del Gran Santiago". Intendencia Metropolitana S.N.S., ODEPLAN, Universidad de Chile, 1977.
- 1 3. Monreal, J. "Residuos Sólidos, Evaluación y Tendencias". C.M.S. Vol. XXII, N° 2, pág. 15, junio, 1982.
14. Escudero, J.; Sandoval, H. y Ulriksen, P. "Diagnóstico de la Contaminación Atmosférica de Santiago". Rev. Ingeniería de Sistemas Vol. III, N° 3, pág. 16, 1983.
15. Guerra, G. "Higiene y Control de Alimentos". Publ. Ministerio de Salud, pág. 17, 1978.
16. Gallardo, A. "Contaminación por Pesticidas". C.M.S., Vol. XX, N° 1, pág. 18.
17. Oyauguren, H. y Sandoval, H. "Características y Magnitud de las Intoxicaciones en Chile". C.M.S., Vol. XXV, N° 2, pág. 18, junio, 1984.

18. Oyauguren, H. "Salud Ocupacional en Salud Pública". C.M.S., Vol. XXII, N° 2, pág. 19, junio 1981.
19. Hollingshead, A. y Redlich, F.C. "Social Class and Mental Illness. A Community Study", pág. 22, New York. Willay, 1958.
20. Srole, L. *et al.* "Mental Health in the Metrópolis. The Midtown Manhattan Study", Book Two, pág. 22, Hasper y Row, New York, 1967.
21. Murphy, J.M. "Some Notes on Objectives", en *Psychiatric Disorders and Urban Environment*. V.H. Kaplan Editor, pág. 22, Behavioral Publications, New York, 1971.
22. Montenegro, H. "Estado del Alcoholismo en Chile". O.M.S. Edición Especial. Alcoholismo y Salud Pública. Vol. XXI, N° 1, pág. 22, Editores invitados Drs. Medina, E.; Boccardo, H.
23. Conferencia de N.U. sobre el Medio Humano. Tema I "Planificación y Ordenación de los Asentamientos Humanos". Estocolmo, junio 1972. Anexo. Desastres Naturales. A. Comf. 48/6, pág. 23.
24. Boccardo, H. y col. "Labores de Prevención de las Enfermedades Transmisibles en las Zonas de Salud Afectadas por los Sismos de Mayo de 1960. Sextas Jornadas de Soc. Chilena de Salubridad, pág. 23, 1962.
25. ONEMI. "Seminario sobre Preparación en Casos de Desastres para Paises del Área Andina", pág. 23, septiembre, 1974.
26. Espinoza, V.H. "Estudio de Desastres". Memoria Técnica. Departamento de Programas sobre el Ambiente, pág. 23, Ministerio de Salud. ONEMI, 1978.
27. Rodas y col. "Análisis del Programa de Fluoracion de Abastos de Agua Potable". Informe S.N.S., pág. 24, 1970.
28. Tijmes, M. "Programa Nacional de Fluoracion del Agua Potable en Chile". Problemas de Salud y Medio Ambiente. Ministerio de Salud, pág. 24, Chile, 1978.
29. Medina, Ed. y Kaempffer, A.M. "La Salud en Chile Durante la Década del 70". Rev. Méd. de Chile, N° 110, pág. 31, 1982.
30. Venturino, H. "Estudio Clínico Epidemiológico de Arsenicismo en Trabajadores Expuestos a Arsénico en una Fundición de Cobre". C.M.S., Vol. XXI, N° 2, pág. 34, junio, 1980.
31. Dávila, M.A. "Exposición a Arsénico: Estudio Clínico Epidemiológico en la Compañía Minera El Indio". Tesis para Licenciado en Salud Pública, pág. 34, Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile, 1983.
32. Borgoño, J.M. y Greiber, R. "Estudio Epidemiológico del Arsenicismo en la Ciudad de Antofagasta". Revista Médica de Chile 99: 702-707, pág. 34, 1971.
33. Borgoño, J.M.; Vincent, P.; Venturino, H. and Infante, A. "Arsenic in the Drinking Water of the City Antofagasta. Epidemiological and Clinical Study Before and After the Installations of a Treatment Plant". *Envir. Health Perspect* 19: 103-105, pág. 34, 1977.
34. Borgoño, J.M.; Venturino, H. y Vincent, P. "Estudio Clínico Epidemiológico de Hidroarsenicismo en la II Región (1977)". *Revista Médica de Chile*, 108: 1039, pág. 34, 1980.

Capítulo 8.

ENTORNO CULTURAL

1. Capurro, Luis. *Ecología*, Valparaíso, Chile, 1974.
2. Elizalde, Rafael. *La sobrevivencia de Chile*, 2da. Edición, Santiago, Chile, 1970.
3. Díaz Arrieta, Hernán. *Antología del Árbol*. Edit. Zig-Zag, 2da. Edición, Santiago, Chile, 1968.
4. Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, CIPMA, La Serena, 1983.

Capítulo 9.

LA GRAN CIUDAD

1. Astengo, Giovanni y Fabro, Luigi. "Urbanismo Romano", en Enciclopedia de la Planificación Urbana, Instituto de Estudios de la Administración Local, Madrid, 1975.
2. BIRDD, World Development Report (Table 20), 1962.
3. CEPAL. "Crece concentración metropolitana en la Región", Micro noticias de CEPAL, 23 marzo, 1984.
4. CONARA. Chile hacia un Nuevo Destino. Cuadros de Población Económicamente Activa por Regiones, 1976.
5. Santa María, S.C.,I. "El Deterioro Urbano Institucionalizado", Revista C.A. del Colegio de Arquitectos de Chile. Mayo, 1982.
6. Molina, S., Sergio. "La Pobreza: Descripción y Análisis de Políticas para Superarla", Rev. CEPAL. Diciembre, 1982.
7. Molina S., Sergio y Kast, Miguel. Mapa de la extrema pobreza en Chile. ODEPLAN, 1975.
8. De acuerdo con datos censales de 1970.
9. Departamento de Ingeniería de Transportes de la Universidad Católica de Chile, "Estudio sobre la Movilización Colectiva de Santiago", para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 1978.
10. Santa María S.C. I. "Un Caso de Conflicto Urbano-Cultural", Ponencia a la IV Biental de Arquitectura del Colegio de Arquitectos de Chile, agosto, 1983.
11. Santa María S.C. I. Cátedra: 'La Ciudad en la Historia', Instituto de Estudios Urbanos, Universidad Católica de Chile.
12. Op. Cit. (7).
13. Documento de Puebla, Postulado N° 387, III Conferencia General del Episcopado Latinoamericano, enero, 1979.
14. San Martín, Eduardo. "Las Fábricas de Viviendas Populares: Una experiencia de participación", en Rev. EURE/CIDU-IPU, mayo, 1972.
15. Castells, Manuel. "Movimiento de Pobladores y Lucha de Clases en Chile". Rev. EURE, abril, 1973.
- Cheetham, R.; Rodríguez, A.; Rojas, G.; Rojas, J. "Comandos Urbanos". Alternativa de poder socialista, Docto. CIDU 65, 1973.
16. CIPMA y Universidad de La Serena. "Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno", agosto de 1983; Informe y Conclusiones de 11 Comisiones de Estudio sobre el Medio Ambiente, Docto. CIPMA, noviembre, 1983.
17. Santa María S.C.,I. "Proposiciones para una Tecnología de Planificación de Asentamientos Humanos con Alta Incidencia de Pobreza", Universidad Federal de Pernambuco, Recife. Edit. En portuges y castellano, septiembre, 1978.
18. Santa María, S.C., I. Proyecto TAS/PNUMA/CEPAL: "Tecnologías Apropriadas de Asentamientos Humanos". Informe sobre: Chile (noviembre 1977); Perú (diciembre 1977); Argentina (diciembre 1977); Brasil (enero 1978). Informe Síntesis definiendo "Áreas Ecológicas-Culturales", en la Región (febrero 1978), Edit. CEPAL, Informes Mimeo. (Técnicas Apropriadas: aquellas que aprovechan los Recursos Naturales, Humanos, Técnicos, de Materiales y de Energía, que son propias de las condiciones ecológicas-culturales, locales).
19. Santa María S.C.,I. "Crecimiento y Desarrollo Urbano: Una Estrategia Humanista", Seminario CIEPLAN-CIDU-IPU, agosto, 1984.
20. Segre, Roberto. "La Urbanización del Campo: Su Efecto sobre el Crecimiento Urbano en Cuba", citado por Aníbal Pinto en Docto. CEPAL/RLAT-803/1 de septiembre, 1983. (Consulta CEPAL/FAO de expertos sobre Estilos de Desarrollo y Políticas Agrarias).
21. Conf. Mundial de HABITAT-Vancouver, 1976: Presentación de los Observadores de la República Popular China, donde se enfatizó la importancia, como 'Estrategia Política', de la Regionalización,

preguntándose: "¿que gobierno podría administrar políticamente un Pekín con 350 a 400 millones de habitantes?", si en China se permitiera el modelo de metropolización de las Ciudades Capitales de America Latina. ! Ninguna ventaja de "economías de escala" podría compensar ese Riesgo Político!

22. CONARA. Chile hacia un Nuevo Destino, su Reforma Administrativa Integral y el Proceso de Regionalización, Presidencia de la República, Edit. Gabriela Mistral, junio, 1978.
23. Consultarías del Autor para Temas Regionales con, el PNUD/OIT (Asentamientos de Comunidades Rurales Andinas, septiembre, 1969), el PNUMA (Inventario de los Problemas del Medio Ambiente en América Latina, Informe de Chile, agosto de 1974), Delegado chileno y redactor de Informe Nacional y Coordinador de Ponencias Filmadas, Conf. Regionales y Conf. Mundial de HABITAT 1975- 1976; Proyecto TAS/PNUMA/CEPAL, ya citado 1977-1978.
24. Op. Cit. (23).
25. Op. Cit. (17).
26. Max-Neef, Manfred. "La Sinergia Humana, como Fundamento Etico y Estetico del Desarrollo", Desarrollos Sinérgicos, San Carlos de Bariloche, marzo, 1978.
27. Santa María S.C.,I. Delegado responsable de la preparación de la Ponencia Oficial Chilena al Congreso Mundial —HABITAT— presentada en forma de un film, titulado "DOS + DOS" (Documental de largometraje y videos síntesis, preparados por el Instituto Fílmico de la Universidad Católica de Chile, bajo la coordinación del autor y la dirección de Filma Canales).
28. Santa María S.C., I. 'Seminario-Taller de la Pobreza Urbana', Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Inserciones

UTILIZACIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA POR CRECIMIENTO URBANO DEL ÁREA METROPOLITANA DE SANTIAGO (1955-1984)

1. Los datos presentados para el período 1955-1984 fueron compilados por Felisa Mewes en su estudio "Evaluación de los Suelos Agrícolas Regados Perdidos por Crecimiento Urbano en el Gran Santiago entre 1955-1975". Facultad de Agronomía, Universidad de Chile (tesis de grado). Los datos del período 1975-1979 fueron calculados por Ana María Salinas especialmente para este trabajo con base en fotografías aéreas, esc. 1:40.000, proporcionadas por el Servicio Aéreo Fotogramétrico. Las cifras para el período 1980-1984 no representan un consumo efectivo de suelo urbano sino lo que, según la legislación vigente, podría urbanizarse a futuro. Fueron calculados con base en los límites definidos por el Decreto N° 420 del MINVU, 1979, para el Área de Expansión de Santiago, y datos del "Estudio del Plan Maestro de Alcantarillado de Santiago", EMOS, 1983, elaborado por COYME y BELLIER, Consultores.

EL CONCEPTO DE "EMPRESARIO INDIRECTO" Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE URBANO

1. CELAM. "La Evangelización en el presente y en el futuro de América Latina", Puebla, Conclusiones de la III Conferencia General del Episcopado Latinoamericano; Santiago, Conferencia Episcopal de Chile, 1979.
2. SANTA SEDE. "Los Asentamientos Humanos. Contribución de la Santa Sede a la preparación de la Conferencia-Exposición de Vancouver". En L'Osservatore Romano, año VIII, N° 11, 1976.
3. CELAM. "Pastoral y parroquia en la ciudad". Consejo Episcopal Latinoamericano. Ed. Conceptos Gráficos y Cía. S/L., 1982.
4. JUAN PABLO II. "Discurso inaugural pronunciado en el Seminario Palofoxiano de Puebla de Los Angeles, México". En la Evangelización en el presente y el futuro de América Latina, 1979.

5. JUAN PABLO II. "La Redención del Cuerpo". En L'Osservatore Romano, año XIV, N° 30, 1982.
6. JUAN PABLO II. "Discurso a los representantes de la ciencia, de la cultura y de los altos estudios en la Universidad de las Naciones Unidas, 25 de febrero". En L'Osservatore Romano, año XII., N° 10, 1981.

LA REDENCIÓN DE LA MATERIA, DESCONTAMINACIÓN CÓSMICA, RESTAURACIÓN CRISTIANA

1. JUAN PABLO II. "El problema del bien y del mal". En L'Osservatore Romano, año XIV, N° 36, 1982a.
2. JUAN PABLO II. "La Redención del Cuerpo". En L'Osservatore Romano, año XIV, N° 30, 1982b.

Capítulo 10.

DIMENSIÓN INTERNACIONAL

1. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano (PNUMA), "Visión Retrospectiva y Panorama en Perspectiva", Resolución I, Consejo de Administración del PNUMA, mayo, 1982.
2. Keesings. "Declaración sobre el Medio Ambiente Humano", Contemporary Archives, Estocolmo, 1972.
3. Convenio Internacional sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias:
 - Convenios Regionales de Oslo, 1972.
 - Convenios Regionales de Helsinki, 1974.
 - Convenios Regionales de París, 1974.
 - Convenio de Barcelona, 1976.
4. Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación proveniente de Fuentes Terrestres, Art. IV, Inc. 2, 1983.
5. Programa Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano (PNUMA), "Acta Final de la Primera Reunión de la Autoridad General del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste", CPPS/16.45/12, 22-VII-1983.
6. Naciones Unidas, Asamblea General Resolución 2995 (XXVII), en "Report of the Intergovernmental Working Groups of Experts on Natural Resources Shared by Two or More States" on the Work of its Fifth Session, 6, U.N. Environment Programme (Agenda ítem 11) 9, U.N. Doc. UNEP/IG. 12/2, 1978.
7. Carta de Deberes y Derechos Económicos, Res. 3881, (XXIX), 1974.
8. Convención Nórdica para la Protección del Medio Ambiente, 1974. Convención sobre la Protección del Medio Ambiente del Área del Mar Báltico, 22.III. ILM, 1974.
9. Armanet, Pilar. "Los Ensayos Nucleares en el Pacífico: la Discusión sobre sus Efectos Ambientales". Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, La Serena, 1 -4 agosto, 1983 (Inéditos).
10. Recueil, C.I.I. "Affaire des Essais Nucleaires", Corte Internacional de Justicia, 1974.
11. Naciones Unidas, Protocolo "Prohibición del Uso en la Guerra de Gases Asfixiantes Venenosos y de otros Métodos Bacteriológicos de Guerra", "Convención sobre Prohibición de Desarrollo, Producción y Almacenamiento de Armas Bacteriológicas y Tóxicas y sobre su Destrucción".
12. Naciones Unidas. "Report of the Group of Experts to Investigate Reportson the Alleged Use of Chemical Weapons", Doc. A/36/613, noviembre, 1981.
13. Orrego Vicuña, F. Chile y el Derecho del Mar, Editorial Andrés Bello, Santiago, 1972.
14. Comisión Permanente del Pacífico Sur. "Convenios, Estatutos, Reuniones y Personal Internacional", Secretaria General, 1982.
15. Galindo-Pohl, R. "La Zona Económica Exclusiva a la Luz de las Negociaciones de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas

sobre el Derecho del Mar", en La Zona Económica Exclusiva: Una perspectiva Latinoamericana, ed. F. Orrego Vicuña, Instituto de Estudios Internacionales, Santiago, 1982.

16. Pizarra, F. "Implementación en Chile de Convenios Internacionales sobre Contaminación Marina", Trabajo presentado al Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, La Serena, 1-4 agosto, 1983.

Inserciones

EXPLOSIONES NUCLEARES EN EL PACIFICO

1. United Nations. The United Nations and disarmament 1945-1970; página 191 y siguientes, Nueva York, 1970.
2. Al respecto ver: Brigitte Bollecker-Stern, "L'Affaire des Essais Nucleaires Francaises devant la Cour Internationale de Justice", en Annuaire Francais de Droit International, 1974; Centre Nationale de la Recherche Scientifique", página 299 y siguientes, Paris, 1975.
3. SIPRI. World Armaments and Disarmament, Yearbook 1982, página 429, citando un artículo aparecido en Le Point N° 482 del 14 de diciembre de 1981.
4. Le Monde, 11 de diciembre de 1981, citado en SIPRI, Yearbook 1982, página 429, 1982.

ECOLOGÍA Y ARMAMENTISMO NUCLEAR

1. La Segunda Conferencia Revisora del Tratado de No Proliferación que se realizó en 1980 al cumplirse diez años de vigencia del Tratado culminó sin que fuera posible llegar a un acuerdo entre las partes acerca de una posible declaración, produciéndose un total desacuerdo aun en los elementos más simples de aplicación del acuerdo internacional.

Capítulo 11.

DERECHO

1. Voltes, Pedro. La Teoría General de Sistemas, Editorial Hispano Europea, Barcelona (España), y Rotundo P., Emiro, Introducción a la Teoría General de los Sistemas, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, División de Publicaciones, Caracas, 1978.
2. Flament, Claude. L'étude structurale des groups, según referencia de Emiro Rotundo en su obra citada en la nota precedente.
3. Commoner, Barry. El círculo que se cierra, Plaza & Janes S.A. Editores, primera edición, España, 1973.
4. Piaget, Jean. Elements d'epistémologie génétique, según referencia de Emiro Rotundo en su obra citada.
5. CENAMB (Centro de Estudios Integrales del Ambiente, Universidad Central de Venezuela), Notas 3/81, El CENAMB define el ambiente como "el continuum espacio-temporal de interacciones de lo inerte, vital, social y cultural".
6. Ibid. (5).
7. United Nations Environment Programme. Manual on Environmental Legislation, February 1979.
8. Art. 19, N° 8.
9. Art. 19, N° 24, inciso segundo.
10. Art. 20, inciso segundo.
11. Art. 20, inciso primero.
- 1 2. Constitución Política de la República, Art. 80.
- 1 3. Ley 1 6.640, sobre Reforma Agraria, publicada en el D.O. (Diario Oficial) del día 28 de julio de 1967, Art. 1°, ordinal c), en relación con su Art. 4°.

14. D.S. N° 281, de 1968, del Ministerio de Agricultura, publicado en el D.O. del día 4 de junio del mismo año, Art. 5°.
15. Decreto Ley N° 2.247, de 1978, publicado en el D.O. del día 19 de junio del mismo año, Art. 9°.
16. Ley N° 15.020, sobre Reforma Agraria, publicada en el D.O. del día 27 de noviembre de 1962, Art. 55.
17. D.S. N° 4.363, de 1931, del Ministerio de Tierras y Colonización, llamado Ley de Bosques, publicado en el D.O. del día 31 de julio del mismo año por el Art. 2°, b), del Decreto Ley N° 400, de 1974, publicado en el D.O. del día 8 de abril del mismo año. La multa puede ir de 2,57 a 5,14 ingresos mínimos reajustables, según conversión efectuada por D.S. N° 51, de 1982, del Ministerio de Justicia, publicado en el D.O. del día 13 de febrero del mismo año, dictado conforme a lo dispuesto por la Ley N° 18.018.
18. Decreto Ley N° 701, de 1974, denominado Ley de Fomento Forestal, reemplazado por el Decreto Ley N° 2.565, de 1979, publicado en el D.O. del día 3 de abril del mismo año, Art. 21.
19. Cfr. nota anterior, Art. 2°.
20. Cfr. nota 20, Art. 17.
21. D.S. N° 276, de 1980, del Ministerio de Agricultura, llamado "Reglamento de Roce a Fuego", publicado en el D.O. del día 4 de noviembre del mismo año.
22. Código Penal, Art. 476, N° 3.
23. Cfr. Ley de Bosques, mencionada en nota 20, Art. 22, inciso tercero, agregado por Decreto Ley N° 400, de 1974, citado en la misma nota. La multa puede ir de 0,22 a 2,22 ingresos mínimos reajustables, según conversión que se menciona en la referida cita.
24. Millas, Jorge. "Derecho y Conducta", en Boletín del Instituto de Docencia e Investigación Jurídicas, Año 2, N° 5, Santiago de Chile, marzo de 1971.
25. Ley N° 18.097, publicada en el D.O. del día 21 de enero de 1982.
26. Ley N° 18.243, publicada en el D.O. del día 14 de octubre de 1983.
27. Art. 19, N° 24, inciso sexto.
28. Código de Minería, Art. 1°.
29. Código de Minería, Art. 13.
30. Código de Minería, Arts. 5° y 7°.
31. Código de Minería, Art. 91 en relación con el Art. 19, N° 24, inciso noveno, de la Constitución Política.
32. Código de Minería, Arts. 116 y 142.
33. Código de Minería, Art. 15.
34. Código de Minería, Arts. 120 y 122.
35. Código de Minería, Art. 10.
36. Código de Minería, Art. 17, numerales 2° y 6°.
37. Decreto Ley N° 1.939, de 1977, que establece normas sobre adquisición, administración y disposición de bienes del Estado, publicado en el D.O. del día 10 de noviembre del mismo año, Art. 15.
38. Art. 3°. Esta disposición ha perdido importancia, sin embargo, debido al término del proceso de reforma agraria y a la derogación expresa o tácita de numerosas normas de la Ley N° 16.640. Esta ley, por lo demás, ya se había adelantado a declarar la inexpropiabilidad de varias categorías de terrenos, tanto arbolados como desarbolados.
39. Art. 13.
40. Art. 2°.
41. Arts. 8° y 17.
42. Arts. 6° y 17.
43. Arts. 6° y 17, inciso cuarto.
44. Art. 22, en relación con el Art. 16, inciso final, del Decreto Supremo N° 259, de 1980, del Ministerio de Agricultura conocido como "Reglamento de la Ley de Fomento Forestal", publicado en el D.O. del día 30 de octubre de dicho año.

45. Reglamento citado en nota precedente, Art. 26.
46. Arts. 18 y 19.
47. Decreto Supremo N° 103, de 1935, del Ministerio de Tierras y Colonización, publicado bajo la forma de minuta en el D.O. del día 16 de febrero del mismo año.
48. Ibid. (47).
49. Decretos Supremos Nos. 20 y 490, de 1976, del Ministerio de Agricultura, publicados en los D.O. de los días 26 de abril del mismo año y 5 de septiembre de 1977, respectivamente.
50. Convención sobre el "Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres", suscrita en Washington el 3 de marzo de 1973, aprobada por Decreto Ley N° 873, de 1975, publicado en el D.O. del día 28 de enero del mismo año. Su texto aparece publicado en el D.O. del día 25 de marzo de 1975.
51. Decreto Supremo N° 129, de 1971, del Ministerio de Agricultura, que establece normas restrictivas sobre corta, arranque, transporte, tenencia y comercialización de copihues, publicado en el D.O. del 17 de abril del mismo año. Sobre la materia puede consultarse Carlos Muñoz Pizarra, Chile: plantas en extinción, Editorial Universitaria, 1973.
52. Decreto Supremo N° 259, de 1975, del Ministerio de Agricultura, publicado en el D.O. del día 8 de septiembre del mismo año.
53. Ley N° 4.601, sobre Caza, publicada en el D.O. del día 1° de julio de 1929.
54. Reglamento de la Ley de Caza, dictado por Decreto Supremo, Sección Segunda N° 4.844, de 1929, del Ministerio de Fomento, publicado en el D.O. del día 21 de diciembre del mismo año.
55. La más importante de estas modificaciones le fue introducida por el Decreto Supremo N° 40, de 1972, del Ministerio de Agricultura, publicado en el D.O. del día 9 de marzo del mismo año.
56. Reglamento de la Ley de Caza, Art. 7° modificado.
57. Ley de Caza, Arts. 3°, inciso final y 13, b).
58. Ley de Caza, Art. 12.
59. Decreto Ley N° 2.319, de 1978, publicado en el D.O. del día 4 de septiembre del mismo año.
60. Prohibición contenida en el Decreto Supremo N° 268, de 1955, del Ministerio de Agricultura, publicado en el D.O. del día 6 de mayo del mismo año.
61. Convenio sobre la "Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje", suscrito en Bonn, República Federal de Alemania, el 23 de junio de 1979, promulgado por Decreto Supremo N° 868, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 12 de diciembre del mismo año.
62. Segundo Considerando.
63. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (I.U.C.N.). World Conservation Strategy (Living Resource Conservation for Sustainable Development), 5.
64. Convención sobre "Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Habitat de las Aves Acuáticas" suscrita en Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, promulgada por Decreto Supremo N° 771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 11 de noviembre del mismo año.
65. **Art. 1.1.**
66. Cuarto Considerando.
67. Convenio para la "Conservación y Manejo de la Vicuña", suscrito en Lima, el 20 de diciembre de 1979, aprobado por Decreto Ley N° 3.530, de 1980, publicado en el D.O. del día 16 de diciembre del mismo año.
68. Convención Internacional para la "Regulación de la Caza de la Ballena", suscrita en Washington, el 2 de diciembre de 1946, aprobada con reservas por Decreto Ley N° 2.700, de 1979, publicado en el D.O. del día 27 de junio del mismo año, y promulgada por Decreto

- Supremo N° 489, de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 21 de septiembre del mismo año.
69. Convención para la "Conservación de las Focas Antárticas", suscrita en Londres, el 28 de diciembre de 1972, aprobada con reservas por Decreto Ley N° 2.958, de 1979, publicado en el D.O. del día 31 de diciembre del mismo año, y promulgada por Decreto Supremo N° 191, de 1980, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 24 de abril del mismo año.
 70. Convención sobre la "Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos", suscrita en Canberra, Australia, el 11 de septiembre de 1980, promulgada por Decreto Supremo N° 662, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 13 de octubre del mismo año.
 71. Código Sanitario, Art. 69 y Reglamento General de Instalaciones Domiciliarias de Alcantarillado y Agua Potable, dictado por Decreto Supremo N° 1.634, de 1944, del Ministerio del Interior, publicado en el D.O. del día 29 de julio del mismo año, Art. 2°.
 72. Código Sanitario, Art. 69, y reglamento citado en nota que precede, Art. 24. Esta última disposición agrega que la aprobación de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado "deberá ser presentado en el acto de transferencia de una propiedad", lo que nunca ha sido observado.
 73. Reglamento General de Alcantarillados Particulares, dictado por Decreto Supremo N° 236, de 1926, del Ministerio de Higiene, Asistencia y Previsión Social, publicado en el D.O. del día 23 de mayo del mismo año, Arts. 3° y 4°.
 74. Información provisoria SENDOS Nacional.
 75. Código Sanitario, Art. 73, inciso primero. En el mismo sentido discurren el Art. 5° del Reglamento General de Alcantarillados Particulares, citado en nota 79, y el Art. 15 del Reglamento sobre Higiene y Seguridad Industriales, dictado por D.S. N° 655, de 1940, del Ministerio del Trabajo, publicado en el D.O. del día 7 de marzo de 1941.
 76. Código Sanitario, Art. 73, inciso segundo.
 77. Reglamento General de Instalaciones Domiciliarias de Alcantarillado y Agua Potable, citado en nota 77, Arts. 40, 41 y 62. El Art. 17 del Reglamento sobre Higiene y Seguridad Industriales, citado en nota 81, discurre en términos análogos.
 78. Art. 2°, inciso segundo, de la Ley N° 18.119, publicada en el D.O. del día 19 de mayo de 1982.
 79. Ley N° 3.133, publicada en el D.O. del día 7 de septiembre de 1916, Art. 1°.
 80. Art. 2°.
 81. Reglamento de la Ley N° 3.133, dictado por Decreto Supremo N° 2.491, de 1916, del Ministerio de Hacienda, publicado en el D.O. del día 30 de noviembre del mismo año, Art. 5° y siguientes.
 82. Art. 73.
 83. Ibid. (82).
 84. Decreto Ley N° 3.557, de 1980, que establece disposiciones sobre Protección Agrícola, publicado en el D.O. del día 9 de febrero de 1981, Art. 11, inciso tercero.
 85. Reglamento sobre Higiene y Seguridad Industriales, citado en nota 81, Art. 15.
 86. Ley de Navegación, dictada por Decreto Ley N° 2.222, de 1978, publicado en el D.O. del día 11 de mayo del mismo año, Art. 142.
 87. Constitución Política, Art. 19, N° 24, inciso final, y Código de Aguas, Art. 6°.
 88. Código de Aguas, Arts. 21 y 110.
 89. Ley de Navegación citada en nota 86, que sustituyó la Ley de Navegación de 1878.
 90. Convenio Internacional para "Prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos", de 1954, promulgado por Decreto Supremo N° 474, de 1977, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 6 de octubre del mismo año.

91. Convenio sobre "Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias", promulgado por Decreto Supremo N° 476, de 1977, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 11 de octubre del mismo año.
92. Convenio Internacional sobre "Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos", de 1969, promulgado por Decreto Supremo N° 475, de 1977, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 8 de octubre del mismo año.
93. Cfr. nota 27.
94. Art. 144, 5.
95. Art. 157, a) y c).
96. Decreto con Fuerza de Ley N° 5, de 1983, de la Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicado en el D.O. del día 15 de noviembre del mismo año, que fijó el texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N° 34, de 1931, que legisló sobre la industria pesquera y sus derivados.
97. Art. 49, incisos tercero y cuarto.
98. Art. 43, inciso primero y Art. 49, inciso tercero.
99. Tratado que "Prohíbe las Pruebas de Armas Nucleares en la Atmósfera, en el Espacio Exterior y en el Mar", suscrito en Moscú el 5 de agosto de 1963, promulgado por Decreto Supremo N° 555, de 1965, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 4 de septiembre del mismo año.
100. Tratado para la "Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina", suscrito en Ciudad de México el 14 de febrero de 1974, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 14 de diciembre del mismo año.
101. "Tratado Antártico", suscrito en Washington el 1° de diciembre de 1959, promulgado por Decreto Supremo N° 361, de 1961, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 14 de julio del mismo año.
102. Decreto Supremo N° 144, de 1961, del Ministerio de Salud Pública, publicado en el D.O. del día 18 de mayo del mismo año, Art. 2°.
103. Ibid. 109, Art. 3°.
104. Resolución N° 07077, del 28 de septiembre de 1976, de la Dirección General de Salud, ordinal 1.
105. Ibid. 109, Art. 6°.
106. Se considera saturada, en términos de contaminación atmosférica, "cualquier área en que el valor de la norma de calidad de aire de uno o más contaminantes esté sobrepasado". Esta definición, así como las diferentes Normas de Calidad de Aire, se encuentran establecidas en la Resolución N° 1.215, de 22 de julio de 1978, sobre "Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlarla Contaminación Atmosférica", del Delegado de Gobierno en el ex Servicio Nacional de Salud.
107. Resolución citada en nota que precede, ordinal 9.
108. Ibid. 109, Art. 7°.
109. "Norma de Calidad de Aire", contenida en la resolución citada en nota 113, y Decreto Supremo N° 279, de 1983, del Ministerio de Salud, publicado en el D.O. del día 17 de diciembre del mismo año, que aprueba el Reglamento para el Control de la Emisión de Contaminantes de Vehículos Motorizados de Combustión Interna.
110. Ley N° 18.290, llamada "Ley del Tránsito", publicada en el D.O. del día 7 de febrero de 1984, Arts. 82 y 220.
111. Ibid. nota que precede, Arts. 198, N° 22 y 201, N° 2.
112. Reglamento sobre "Higiene y Seguridad Industriales", citado en nota 81, Art. 9°., ordinal 12.
113. Art. 17 del Reglamento de Condiciones Sanitarias Mínimas para la Industria, dictado por Decreto Supremo N° 762, de 1956, del Ministerio de Salud Pública y Previsión Social, publicado en el D.O. del día 28 de septiembre del mismo año, derogado por el Art. 45 del

Reglamento sobre las Condiciones Sanitarias y Ambientales Mínimas en los Lugares de Trabajo, dictado por Decreto Supremo N° 78, de 1983, del Ministerio de Salud, publicado en el D.O. del día 21 de octubre del mismo año.

114. Cfr. nota 109, Art. 1°.
115. Cfr. resolución mencionada en nota 113.
116. Ibid. nota 90.
117. Ibid. nota 90, Art. 12.
118. Decreto Supremo de 16 de enero de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores y Colonización, publicado en el Libro XLVI I, N° 1, del Boletín de Leyes y Decretos del Gobierno, p. 8.
119. Saelzen, B., Federico. La Evolución de la Legislación Forestal Chilena, Universidad Austral de Chile, Instituto de Manejo y Economía Forestal, Valdivia, Chile, 1973.
120. Decreto Ley N° 656, de 1925, sobre Bosques, publicado en el D.O. del día 6 de noviembre del mismo año, Art. 10.
121. Cfr. nota 20, Art. 10.
122. Convención para la "Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América", suscrita en Washington el 12 de octubre de 1940, promulgada por Decreto Supremo N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el D.O. del día 4 de octubre del mismo año.
123. Art. 11 del Decreto Ley N° 656, de 1925, citado en nota 127, reproducido por el Art. 11 del texto original de la Ley de Bosques, citada en nota 20.
124. Cfr. nota 41, Art. 21, inciso segundo.
125. Cfr. nota 20, Art. 10.
126. Decreto con Fuerza de Ley N° 15, de 1968, publicado en el D.O. del día 29 de enero del mismo año, Art. 11, inciso final.
127. Cfr. nota 20, Art. 10.
128. Cfr. nota 29, Art. 17, N° 2, e inciso penúltimo.
129. Ibid. nota 41.
130. Ley N° 17.288, sobre "Monumentos Nacionales", publicada en el D.O. del 4 de febrero de 1970.
131. Cfr. nota 20, Art. 10, inciso primero, y nota 41, Art. 21, inciso primero.
132. Convención para la "Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural", adoptada el 16 de noviembre de 1972 por la Conferencia General de la UNESCO, en su 17a. Reunión, celebrada en París, desde el 17 de octubre al 21 de noviembre de 1972, aprobada por Decreto Ley N° 3.056, de 1979, publicado en el D.O. del día 16 de enero de 1980.
133. Cfr. nota 70.
134. Cfr. nota 67.
135. Cfr. nota 18, Art. 56.

Nómina de Autores y Colaboradores

Ahumada B. Ramón

Licenciado en Biología, Universidad de Concepción; Profesor Adjunto del Departamento de Biología y Tecnología del Mar, Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano.

Antezana J., Tarsicio

Biólogo Marino, Universidad de Chile; Ph. D. en Oceanografía, Universidad de California, San Diego; Profesor del Departamento de Oceanología, Universidad de Concepción.

Armanet A., Pilar

Abogado, Universidad de Chile; Magíster en Estudios Internacionales, Universidad de Chile; Directora Instituto de Estudios Internacionales, Universidad de Chile.

Bemal P., Patricio

Biólogo Marino, Universidad de Chile, Valparaíso; Ph. D. en Oceanografía, Universidad de California, San Diego, USA.; Profesor Adjunto Pontificia Universidad Católica de Chile, Jefe del Departamento de Biología y Tecnología del Mar, Sede Regional Talcahuano; Vice-Chairman del Grupo de Expertos para el Programa de Ciencias Oceánicas para Recursos Vivos, Comisión Oceanografía Intergubernamental, UNESCO.

Boccardo Z., Horacio

Médico Cirujano, Universidad de Chile; Ex Jefe de la Sección Epidemiología de la Dirección del SNS; Ex Jefe del Departamento de Protección de la Salud Ministerio de Salud.

Corvalán D., José

Doctor en Geología, Universidad de Chile; Ph. D. en Geología, Universidad de Standford, USA.; Académico Investigador, Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile; Miembro de la Academia Chilena de Ciencias.

Daher H., Antonio

Arquitecto, Pontificia Universidad Católica de Chile; Magister en Planificación Urbana y Regional, Pontificia Universidad Católica de Chile; Profesor Investigador, Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Del Valle V., Alfredo

Ingeniero Civil de Industrias, Universidad Católica de Chile; M. A. en Economía, New York University, USA.; Director del Programa de Energía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile; Miembro del Directorio del Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA).

Gallardo P., Sergio

Licenciado en Ciencias Biológicas, Universidad Católica de Chile.

Gastó C, Juan

Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile; M. Sc. Colorado State University, USA.; Ph. D. University of Utah, USA.; Profesor Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Godoy U., Hernán

Sociólogo; Doctor, Universidad de Madrid; Profesor- Investigador en el Instituto de Sociología de la Pontificia Universidad Católica de Chile; Decano de la Facultad de Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Grandi T., Carla

Licenciada en Filosofía y Educación, Universidad Católica de Valparaíso; Ph. D., University of Pittsburgh, USA.; Magister en Planificación Urbana y Regional, Pontificia Universidad Católica de Chile; Ayudante de Investigación, Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Gutiérrez A., Alejandro

Ingeniero Forestal, Universidad de Chile, Consultor Forestal.

Infante C., María Teresa

Abogado, Universidad de Chile; Ph. D. (c), Universidad de Ginebra; Profesora Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile; Profesora de la Facultad de Derecho, Universidad de Chile.

Lederman A., Juan

Profesor de Biología y Ciencias Naturales, Universidad de Chile; Profesor de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano.

Matas C.,Jaime

Arquitecto, Universidad de Chile; Magister en Planificación del Desarrollo Urbano y Regional, Pontificia Universidad Católica de Chile; Profesor de Urbanismo, Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile; profesor del Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Meló, Carlos

Biólogo Marino, Universidad Católica de Valparaíso.

Rojas T., Eduardo

Arquitecto, Pontificia Universidad Católica de Chile; M. Phil. en Planificación y Diseño Urbano, Universidad de Edimburgo; Profesor del Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile; Asesor de la Organización de Estados Americanos (OEA).

Sáez C.Juan Carlos

Ingeniero Egresado y Magister Egresado en Ingeniería Industrial, Universidad de Chile; Ayudante de Investigación en el Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile; Ayudante de Investigación en el Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA).

Sáez R., Baldo mero

Ingeniero Civil de Industria, Pontificia Universidad Católica de Chile; M. Se. en Ingeniería Ambiental, Universidad de Illinois, USA.; Profesor Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile,

Sandoval U., Hernán

Médico, Universidad de Chile; Certificado de Estudio de Medicina del Trabajo, Universidad de París; Director de los Servicios Médicos Preventivos de la Asociación Chilena de Seguridad, Hospital del Trabajador.

Santa María S.C., Ignacio

Arquitecto, Pontificia Universidad Católica de Chile; Estudios de Postgrado en Urbanismo, Ministerio de Reconstrucción Francesa, Francia (1954); Profesor Titular, Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Santelices, Bernabé

Biólogo; Profesor de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas.

Soler R., Fernando

Arquitecto, Pontificia Universidad Católica de Chile; M.R.P. Universidad de Cornell, USA.; Ph. D. Universidad de Cornell, USA.; Profesor del Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Sutulov ?, Alexander

Ingeniero Químico-Metalúrgico, Universidad de Belgrado; Intermet Publications.

Undurraga Ch., Ignacio

Sociólogo, Universidad de Chile; Profesor Facultad de Filosofía, Humanidades y Educación, Universidad de Chile.

Urrutia R., Jorge

Ingeniero Forestal, Universidad de Chile.

Valenzuela F., Rafael

Abogado, Universidad Católica de Valparaíso; Profesor de la Escuela de Derecho de la Universidad Católica de Valparaíso; Presidente de la Asociación Chilena de Derecho Ambiental.

Vásquez, Julio

Licenciado en Biología, Universidad de Panamá Cayetano Heredia; Ph. D., en curso en Universidad de Chile, Facultad de Ciencias, Santiago.

Weber B., Carlos

Ingeniero Forestal, Universidad de Chile; M. Sc. en Ciencias Ambientales, Universidad del Estado de Nueva York, USA.; Funcionario del Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, Corporación Nacional Forestal (CONAF); Profesor Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales; Universidad de Chile.



