

Comunicación  
Nacional  
del **PERÚ** a la Convención  
de Naciones Unidas  
sobre Cambio Climático

Primer a C o m u n i c a c i ó n

Presidente de la Comisión Nacional de Cambio Climático:  
Mariano Castro S. M.

Coordinación General:  
Patricia Iturregui

Edición:  
Patricia Iturregui  
Bruno Seminario  
Carla Encinas

Consejo Nacional del Ambiente  
Primera edición: junio del 2001

Carátula: Fernando Gagliuffi  
Cuidado de edición: Rosario Rey de Castro  
Tiraje: 1000 ejemplares

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú  
Impresión: Manatí S.A.  
Gral. Garzón 866, Jesús María. Telf.: 423 6334

# ÍNDICE

PRÓLOGO .....	IX
SUMMARY .....	XI
RESUMEN .....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXXV
<b>I. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES .....</b>	<b>1</b>
I.1 Generalidades .....	1
I.2 Geografía y clima .....	1
I.3 Población .....	5
I.4 Recursos naturales .....	6
Diversidad biológica .....	6
Productos hidrobiológicos .....	6
Productos agrícolas y ganaderos .....	6
Recurso forestal .....	7
Suelos .....	7
Minería .....	8
I.5 Aspectos generales de la economía .....	8
Producto bruto interno .....	8
Sector energía .....	10
Sector transporte .....	15
Sector agropecuario y forestería .....	18
Sector industrial .....	19
Consumo de energía .....	20
Exportaciones .....	21
Economía y pobreza .....	22
Perú: Estado del desarrollo humano .....	22
<b>II. DERECHO AMBIENTAL EN EL PERÚ .....</b>	<b>25</b>
II.1 Principios jurídicos y legislación vigente .....	25
II.2 Marco institucional .....	29
<b>III. INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1994 .....</b>	<b>31</b>
III.1 Generalidades .....	31
Metodología utilizada .....	32
Cálculo de equivalencias .....	35
III.2 Incertidumbres y ajustes a la metodología del IPCC .....	35
III.3 Sector energético .....	37
Consumo de energía .....	37
Método de referencia .....	37
Método de categorías de fuentes de emisiones .....	39
Emisiones fugitivas .....	40
Emisiones por transporte internacional .....	41
III.4 Sector procesos industriales .....	41
Productos minerales .....	42
Industria química .....	42
Producción de metales .....	42
Producción de alimentos y bebidas .....	44

III.5	Sector agricultura .....	44
	Fermentación entérica .....	44
	Estiércol de animales .....	46
	Cultivos de arroz .....	46
	Quema de sabanas .....	46
	Quema de residuos agrícolas .....	46
	Uso de suelos agrícolas .....	47
III.6	Cambio de uso de la tierra y silvicultura .....	47
	Cambios en bosques y otros stocks de biomasa leñosa .....	47
	Plantaciones forestales .....	48
	Bosques aprovechados por la industria maderera .....	48
	Cultivos perennes .....	48
	Cosecha y extracción de recursos forestales .....	49
	Conversión de bosques y pastizales .....	49
	Abandono de tierras manejadas .....	50
	Impacto de la agricultura sobre el suelo .....	50
III.7	Desechos .....	50
	Vertederos .....	52
	Aguas residuales domésticas .....	52
	Aguas residuales industriales .....	53
	Heces humanas .....	53
IV.	DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS, POLÍTICAS Y MEDIDAS SECTORIALES CON IMPACTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	55
IV.1	Sector energía .....	56
	Política de impuestos a los combustibles fósiles .....	56
	Proceso de privatización .....	56
	Eficiencia energética .....	58
	Apoyo a las energías renovables .....	59
	Fomento del uso del gas natural .....	59
IV.2	Sector transporte .....	60
	Importaciones de vehículos: liberalización e impuesto selectivo al consumo .....	60
	Desregulación generalizada de los servicios públicos de transporte terrestre .....	61
	Medidas iniciales para protección de la calidad del aire .....	61
	Calidad de combustibles .....	62
	Proyectos de reordenamiento del transporte urbano en Lima Metropolitana .....	62
IV.3	Sector de la agricultura y la forestería .....	62
	Nueva legislación forestal .....	63
	Acciones a favor de la forestación y reforestación .....	63
	Manejo de bosques naturales .....	63
	Manejo de áreas naturales protegidas .....	63
IV.4	Actividades específicas en el marco de la Convención .....	66
	Política ambiental .....	66
	Sensibilización pública .....	67
	Investigación .....	67
	Agenda ambiental nacional al 2002 .....	68
V.	VULNERABILIDAD Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN .....	71
V.1	Vulnerabilidad de recursos hídricos de alta montaña .....	71
	V.1.1 Inventarios de glaciares a 1970 y 1997 .....	72
	Balance glaciar .....	76
	V.1.2 Consecuencias sobre la vulnerabilidad del territorio .....	85
	V.1.3 Medidas de adaptación .....	85
V.2	Los impactos del fenómeno El Niño sobre el ecosistema marino peruano .....	86
	Impacto sobre la fauna y flora marinas .....	86
	Los daños generados en el sector pesca .....	88
	Posibles impactos futuros del cambio climático .....	88

V.3	Los impactos del fenómeno El Niño sobre la salud pública .....	89
	Malaria .....	89
	Cólera .....	90
	Hipertermia inducida por calor .....	91
V.4	Los impactos del fenómeno El Niño sobre la agricultura .....	92
	Daños generados y sus costos .....	95
V.5	Los impactos del fenómeno El Niño sobre la infraestructura .....	96
	Ciudades afectadas durante El Niño 1997-1998 .....	96
	Impactos en la infraestructura agrícola .....	96
	Impactos en la infraestructura del transporte .....	97
	Costos asociados a los daños .....	97
	Impactos en la infraestructura del sector de la salud .....	98
VI.	NECESIDADES Y LIMITACIONES FINANCIERAS Y TECNOLÓGICAS .....	99
VI.1	Observación sistémica del clima .....	99
VI.2	Factores de emisión de gases de efecto invernadero .....	100
VI.3	Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y limitaciones financieras .....	100
	Sector energético .....	101
	Sector transporte .....	105
	Sector de cambio de uso de la tierra y silvicultura .....	107
VI.4	Vulnerabilidad y opciones de adaptación frente al cambio climático .....	111

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	I.4.1:	Uso de tierras peruanas .....	7
Gráfico	I.5.1:	Producto bruto interno 1980-1999 (Millones de Nuevos Soles a precios de 1994) .....	8
Gráfico	I.5.2:	Producto bruto interno por habitante 1980-1999 (Nuevos Soles a precios de 1994) .....	9
Gráfico	I.5.3:	Estructura productiva del Perú 1994 .....	9
Gráfico	I.5.4:	Estructura productiva del Perú 1999 .....	9
Gráfico	I.5.5:	Consumo per cápita de energía eléctrica en algunos países de América Latina (kWh/hab) 1997 .....	10
Gráfico	I.5.6:	Potencia instalada de las centrales eléctricas (MW) 1994 y 1999 .....	12
Gráfico	I.5.7:	Generación de las centrales eléctricas (GWh) 1994 y 1999 .....	12
Gráfico	I.5.8:	Balanza comercial de hidrocarburos .....	14
Gráfico	I.5.9:	Crecimiento del parque automotor nacional por tipo de vehículo 1985-1998 .....	16
Gráfico	I.5.10:	Exportaciones por grupos de productos 1994 .....	21
Gráfico	I.5.11:	Exportaciones por grupos de productos 1999 .....	21
Gráfico	III.1.1:	Emisiones de GEI por sectores (en Gg de CO <sub>2</sub> equivalente) 1994 .....	33
Gráfico	III.1.2:	Emisiones de GEI sector energético (en Gg de CO <sub>2</sub> equivalente) 1994. ....	33
Gráfico	III.1.3:	Emisiones totales de GEI (en Gg de CO <sub>2</sub> equivalente) 1994 .....	33
Gráfico	III.1.4:	Emisiones de GEI por sector (%) CO <sub>2</sub> equivalente .....	35
Gráfico	III.3.1:	Consumo de energía primaria .....	37
Gráfico	III.3.2:	Producción en refinerías .....	38
Gráfico	III.3.3:	Consumo de combustibles por sectores .....	40
Gráfico	III.3.4:	Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O) por sectores .....	40
Gráfico	III.6.1:	Tierras aptas para reforestación .....	48
Gráfico	IV.1.1:	Potencia instalada a nivel nacional, según sector público y privado 1990-2000 .....	57
Gráfico	IV.1.2:	Evolución de las pérdidas de energía en los sistemas de distribución 1994-1999 .....	57
Gráfico	IV.1.3:	Evolución del consumo promedio en el sector residencial a nivel nacional (kWh/mes) 1994-1999 .....	59
Gráfico	V.1.1:	Precipitaciones en cinco estaciones pluviométricas de la cordillera Blanca .....	77
Gráfico	V.1.2:	Fluctuaciones del frente de los cuatro glaciares estudiados 1948-1996 .....	85

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	I.2.1:	Datos regionales .....	5
Cuadro	I.5.1:	Estructura del producto bruto interno por actividad económica (%). Precios año 1994 .....	10
Cuadro	I.5.2:	Consumo de energía per cápita e intensidad energética 1990-1998 .....	10
Cuadro	I.5.3:	Consumo final total de energía 1994 y 1998 (Miles de TEP) .....	11
Cuadro	I.5.4:	Consumo de energía comercial por sectores 1994-1998 (Miles de TEP) .....	11
Cuadro	I.5.5:	Evolución del consumo de energía por sectores 1990 y 1998 (Miles de TEP) .....	11
Cuadro	I.5.6:	Reservas y consumo de energéticos 1997 (Porcentajes) .....	13
Cuadro	I.5.7:	Reservas probadas de gas natural. Comparación entre 1994 y 1998 .....	13
Cuadro	I.5.8:	Producción de gas natural 1990-1999 .....	13
Cuadro	I.5.9:	Reservas probadas de petróleo 1994 y 1999 .....	13
Cuadro	I.5.10:	Producción de petróleo crudo según regiones geográficas 1994, 1998 y 1999 .....	14
Cuadro	I.5.11:	Red ferroviaria por tipo de línea según empresa y tramo 1996 .....	17
Cuadro	I.5.12:	Tráfico aéreo nacional e internacional de carga y pasajeros 1986 y 1996 .....	17
Cuadro	I.5.13:	Población pecuaria en el Perú 1985-1997 .....	18
Cuadro	I.5.14:	Principales tipos de bosques de zonas amazónicas del Perú .....	19
Cuadro	I.5.15:	Valor bruto de la producción en la industria 1994 .....	20
Cuadro	I.5.16:	Indicadores del sector industrial .....	20
Cuadro	I.5.17:	Consumo de energía del sector industrial .....	20
Cuadro	I.5.18:	Usuarios de teléfonos e internet en el Perú (2000) .....	23
Cuadro	I.5.19:	Indicadores de desarrollo humano .....	24
Cuadro	III.1.1:	Gases inventariados .....	31
Cuadro	III.1.2:	Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1994 (Gg) .....	34
Cuadro	III.1.3:	Potenciales de calentamiento global (PCG) .....	35
Cuadro	III.3.1:	Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de combustibles y biomasa 1994 .....	38
Cuadro	III.3.2:	Emisiones de GEI en el sector energético (Gg) .....	39
Cuadro	III.3.3:	Emisiones fugitivas de metano por explotación de carbón mineral 1994 .....	40
Cuadro	III.3.4:	Emisiones fugitivas de metano por producción de petróleo y gas natural 1994 .....	41
Cuadro	III.4.1:	Emisiones de GEI por el sector procesos industriales 1994 (Gg) .....	43
Cuadro	III.4.2:	Producción de alimentos y bebidas 1994 .....	44
Cuadro	III.5.1:	Emisiones de GEI de los sectores agricultura, cambio de uso de la tierra y desechos 1994 (Gg) ...	45
Cuadro	III.5.2:	Población pecuaria según clima 1994 .....	45
Cuadro	III.6.1:	Extensión de cultivos perennes 1994 .....	49
Cuadro	III.7.1:	Servicios de saneamiento básico en el Perú 1993 .....	52
Cuadro	IV.1:	Principales políticas sectoriales .....	55
Cuadro	IV.1.1:	Evolución del ISC a los combustibles 1990-1999 .....	56
Cuadro	IV.1.2:	Reservas de los yacimientos de Camisea .....	59
Cuadro	IV.2.1:	Importación de automóviles, buses y camiones 1980-1997 .....	60
Cuadro	IV.3.1:	Características generales de las categorías de nivel nacional para áreas naturales protegidas ..	64
Cuadro	IV.3.2:	Áreas naturales protegidas .....	65
Cuadro	V.1.1:	Distribución de glaciares por cordilleras 1989 .....	72
Cuadro	V.1.2:	Distribución de glaciares por cuencas 1989 .....	73
Cuadro	V.1.3:	Distribución de glaciares por áreas (km <sup>2</sup> ) y orientación geográfica .....	73
Cuadro	V.1.4:	Distribución de glaciares por tipo morfológico .....	74
Cuadro	V.1.5:	Inventario de glaciares (18 cordilleras) .....	75
Cuadro	V.1.6:	Comparación de superficies glaciares registradas en los inventarios de 1962-1970 y 1995-1997 .....	75
Cuadro	V.4.1:	Escala de evaluación para plagas y enfermedades aplicada en los diferentes cultivos .....	93
Cuadro	V.4.2:	Efecto del fenómeno El Niño en la gradación de las principales plagas de los cultivos (Promedios) .....	94
Cuadro	V.4.3:	Efecto del fenómeno El Niño en la gradación de las principales enfermedades de los cultivos (Promedios) .....	94
Cuadro	V.4.4:	Efecto del fenómeno El Niño en la pérdida de rendimiento de los cultivos 1996-1998 .....	95
Cuadro	V.4.5:	Costos en el sector agricultura .....	96
Cuadro	V.5.1:	Impactos del fenómeno El Niño 1997-1998 sobre la infraestructura de transporte terrestre ...	97
Cuadro	V.5.2:	Costos en el sector transporte .....	98
Cuadro	VI.3.1:	Lista de opciones identificadas .....	101

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa	I.2.1:	Regiones del Perú .....	4
Mapa	II.6.1:	Perú. Mapa de deforestación .....	51
Mapa	V.1.1:	Ubicación de las áreas glaciares en el Perú .....	76

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto	V.1.1:	Retrocesos del glaciar Broggi .....	78
Foto	V.1.2:	Retrocesos del glaciar Uruashraju .....	80
Foto	V.1.3:	Retrocesos del glaciar Yanamarey .....	82
Foto	V.1.4:	Retrocesos del glaciar Santa Rosa .....	84
Foto	VI.3.1:	Termas solares .....	104
Foto	VI.3.2:	Vehículo con motor diesel: Medición con opacímetro. ....	105
Foto	VI.3.3:	Plantación de pijuayo en coberturas en Yurimaguas .....	108

## ANEXOS \*

- A.1 Información base para el inventario
  - Consumo total de productos energéticos 1994
  - Tipo de combustibles primarios y secundarios
  - Sectores
    - Conversión (consumo propio, consumo por procesos de transformación, consumo electricidad público, consumo electricidad autoproducción)
    - Sectores de uso final (residencial/comercial, minería, agropecuario/agroindustrial, pesca, industria, transporte, público)
- A.2 Consumo de combustible en la actividad conversión (TEP)
- A.3 Consumo de combustible por el sector residencial y comercial 1994
- A.4 Consumo de combustible por el sector transporte nacional (Por tipo de combustible) 1994
- A.5 Consumo de combustible por el sector industrial 1994
- A.6 Consumo de combustible por el sector minero metalúrgico 1994
- A.7 Consumo de combustibles del sector pesquero 1994
- A.8 Consumo de combustible por el sector público 1994
- A.9 Consumo de combustible por el sector agropecuario y agroindustrial 1994
- A.10 Consumo de combustible por el sector transporte (Por modalidad de transporte)
- A.11 Consolidado de datos de refinerías de petróleo 1994
- A.12 Producción de las industrias nacionales 1994
- A.13 Peso promedio de animales domésticos en el Perú
- A.14 Población pecuaria según el clima del Perú (En miles)
- A.15 Excreción anual de nitrógeno (Tipo de ganadería)
- A.16 Superficie cosechada de arroz según región/subregión (ha)
- A.17 Superficie de los pastos naturales y biomasa en el Perú 1994
- A.18 Estadísticas de los residuos de cultivos seleccionados
- A.19 Estadísticas de los residuos de cultivos seleccionados (Cuadro complementario)
- A.20 Venta de fertilizantes nitrogenados para uso agrícola

\* Los anexos serán presentados en formato electrónico.

- A.21 Superficie apta para reforestación y superficie reforestada según departamentos 1994
- A.22 Extracción de madera por la industria forestal y superficie estimada de bosques en crecimiento
- A.23 Superficie de cultivos perennes y producción según departamento 1994
- A.24 Emisión de carbono y CO<sub>2</sub> equivalente por la cosecha y extracción de madera 1994
- A.25 Pérdida de biomasa y emisión de carbono y CO<sub>2</sub> equivalente, por la conversión de bosques en tierras de cultivo y pastura 1994
- A.26 Volumen y crecimiento de especies forestales de bosques secundarios en el Perú
- A.27 Captura de carbono y CO<sub>2</sub> equivalente por los bosques secundarios 1994
- A.28 Perú, población urbana y rural por departamento 1993 y 1994
- A.29 Generación de desechos sólidos por distritos de las provincias de Lima y Callao 1994
- A.30 Basura recolectada por departamento 1994
- A.31 Relación de generación de desechos vs. disposición final para los distritos de Lima. Promedio mensual 1994
- A.32 Composición física de los desechos sólidos en Lima Metropolitana 1994
- A.33 Porcentaje de los desechos recuperados en la ciudad de Lima 1994
- A.34 Capacidad útil de colectores y promedio de descarga de aguas servidas 1992
- A.35 Volumen de vertimiento minero, industrial pesquero por departamento 1981 (Miles de metros cúbicos)
- A.36 Producción de las principales industrias que generan efluentes industriales 1994
- A.37 Demanda bioquímica de oxígeno. Estimaciones utilizadas en la hoja de trabajo 6.3
- A.38 Estimaciones utilizadas en la hoja de trabajo 6.3
- A.39 Disponibilidad de alimentos en el Perú 1990-1993
- A.40 Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1994
- A.41 Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O para el año 1994 (Composición porcentual por categorías)
- A.42 Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O para el año 1994 (Composición porcentual por gases)
- A.43 Categorías de trabajo propuestas por el IPCC  
Mapa de clasificación de formaciones boscosas.
- A.44 Mapa Climático del Perú
- A.45 Marco Estratégico de Gestión Ambiental (MEGA)
- A.46 Perú: Superficie reforestada por departamento y región natural 1998
- A.47 Perú: Resumen de producción de productos maderables 1998
- A.48 Perú: Producción de productos forestales diferentes a la madera por especie 1998
- A.49 Producción de alimentos y bebidas 1999
- A.50 Cuadro 1. Glaciar Uruashraju: Resumen del balance 1973-1997  
Cuadro 2. Glaciar Yanamey: Resumen del balance 1972-1997  
Cuadro 3. Glaciar Santa Rosa: Resumen del balance 1977-1997
- A.51 Resumen del reporte para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
- A.52 Resumen breve del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
- A.53 Panorama general del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Análisis cualitativo)
- A.54 Factores de emisión para vehículos retirados y nuevos
- A.55 Crecimiento de la plantación de pino y captura de carbono
- A.56 Cultivo de pijuayo para la producción de palmito en asociación con yuca
- A.57 Captura de CO<sub>2</sub> por manejo de bosque tropical

# P

## PRÓLOGO

El cambio climático es definitivamente uno de los temas más relevantes de la agenda ambiental internacional y qué duda cabe, atraviesa la economía, el comercio y las decisiones políticas en este nuestro mundo globalizado.

La comunidad científica internacional ha acumulado suficiente evidencia sobre la magnitud de los efectos del cambio del clima, y en adelante, ha dejado sin excusa a la comunidad política y económica.

La naturaleza del desafío ha dado lugar a una serie de propuestas orientadas a buscar un camino en el que la responsabilidad ambiental, expresada en la reducción de gases de efecto invernadero, no suponga la paralización de la economía mundial. No es cierto que para enfriar la atmósfera haya que enfriar la economía. Los nuevos modelos tecnológicos, los Mecanismos de Desarrollo Limpio, entre otros, son señales en ese rumbo. Sólo una perspectiva cortoplacista y carente de solidaridad es la que ve en los acuerdos de cambio climático un obstáculo al desarrollo que por tanto hay que cuestionar.

Hay países más responsables que otros en el tema de cambio climático así como países más vulnerables que otros. El cambio climático obligará a los países a invertir en prevención, adaptación y reconstrucción por los efectos en frecuencia e intensidad del fenómeno El Niño, los cambios en los patrones de lluvia, humedad y temperatura y su influencia en la productividad hidroeléctrica, agrícola y pecuaria. Precisamente a ello apunta la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, cuando señala que los países desarrollados deben reducir sus emisiones y los países en vías de desarrollo deben reportar a través de sus Comunicaciones Nacionales.

La Comunicación Nacional de Cambio Climático constituye un paso fundamental del Perú en el cumplimiento bajo los compromisos de la Convención. A través de este documento, el país informa a la comunidad internacional el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, describe las medidas que influyen en el cambio climático en los sectores de energía, bosques, transporte e industrias, y precisa los temas en que somos particularmente vulnerables.

Pero la Comunicación Nacional de Cambio Climático va mucho más allá del mero reporte. Nos referimos al posicionamiento del tema en el país: en el sector público; las comunidades empresarial, académica, científica y educativa; las ONG, etcétera. El tema ha adquirido presencia y relevancia. Hay una masa crítica de interesados que lo analiza y promueve en un efecto replicador; se toman decisiones que incorporan no sólo los aspectos de prevención, sino también las oportunidades que ofrece el Protocolo de Kioto. Ese es un efecto vital que proviene del largo proceso de participación que exigió la Comunicación; el cual se inició en 1997, liderado por la Comisión Nacional de Cambio Climático, y demandó decenas de talleres, más de cuarenta consultores locales y una variedad de procesos que apuntaron a generar esa visión compartida imprescindible para un abordaje adecuado del problema. Finalmente, la aprobación por parte de la Comisión Ambiental Transectorial en abril de este año le otorgó el respaldo político más importante.

Ponemos a conocimiento público la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático como una expresión formal de un profundo esfuerzo compartido en el largo camino del desarrollo sostenible.

Paul Remy  
*Presidente del Consejo Nacional del Ambiente*



# SUMMARY

## National Communication submitted by Peru to the UN Convention on Climate Change

### I. NATIONAL CIRCUMSTANCES

#### ● Geography and climate

Peru is the third largest country in South America, with a continental area of 1 285 215,6 km<sup>2</sup>. It is located at a seismic zone and consequently it is affected by earthquakes. The territory of Peru has a highly uneven relief, which greatly determines its highly diversified climate. The Andes range, which runs longitudinally from South to North of the country is one of its most significant landmarks. It does not only originates three geographical regions known as coast (Chala), highlands (Andes) and rainforest (Amazonia), but also divides the air masses from the Pacific and the Atlantic Oceans and creates a barrier against the circulations of winds.

#### ● Population

In 1994, the population of Peru reached 23 000 000 inhabitants; in 1999 it increased to 25 200 000. It is expected that the total population of Peru will reach 35 500 000 by 2025.

#### ● Natural resources

Peru is considered one of the largest centers of bio-diversity in the planet and one of the most important regarding useful wildlife (about 1200 species). It also has between 40 000 and 50 000 flora species, just half of which have been described.

*Hydrobiological products* support the development of fishing, which depends over 99% on the production of marine and continental indigenous species of the country.

Thanks to the diversity of ecological stages, it has been possible to develop a wide variety of *agriculture and livestock products*. About 65% of the domestic agriculture depends on a great number of domesticated indigenous species. Around 1600 species of ornamental plants are also known and used. An important part of the domestic livestock industry depends on indigenous genetic resources: camelidae (alpaca, llama, vicuna) and some species of minor mammals and birds (guinea pig and Creole duck). Peru has about 80% of the world population of South American camelidae.

As for forest resources, Peru is the second Amazonian country after Brazil and the seventh in the world in terms of wooded surface (67 620 000 Ha). On the other hand, its lumber potential reaches 1 680 000 000 m<sup>3</sup>. It is reckoned that in the rainforest region the number of lumber species exceeds 2500, of which just over 600 have been already identified. Currently, 10% of such total are extracted.

Land for agriculture use reaches just 6% of the surface area of Peru; only 7 600 000 Ha can be used for agricultural purposes. The lack of water in the coast and highlands is the factor limiting an effective output. Peruvian lands have low natural fertility; they are acidic, deficient in nutrients and have scarce organic contents. Therefore, agriculture is forced to add large quantities of nitrogen to obtain profitable yields. On the other hand, steep slopes (in the highlands and the jungle edge) account for a significant portion of the land and its unstable and shallow soils are very prone to water erosion.

Peru has major *mining resources*. It is the second largest producer of silver, the fourth largest producer of lead and zinc and the sixth largest producer of copper in the world, as well as the first largest producer of gold in South America. Mining of non-ferrous metals is the main exporting industry.

## ● General economic background

The main feature of the Peruvian economy dynamics is its strong volatility. Gross domestic product (gdp) per capita fell almost 22% in the 1985-1990 period, when the economic model that was being applied failed. In 1998, the country underwent the first hyperinflation in its history. During the 90s, the economic situation improved thanks to a better international context and the program of structural adjustment applied by the government.

The behavior of the Peruvian production shows the vulnerability of the economy to temperature changes resulting from El Niño phenomenon. In 1983 and 1998, the production aggregated indexes recorded the impact of this phenomenon, which led to a strong reduction in the output rate of the primary sectors: mainly, fishing and agriculture. For instance, fishing plunged 30% in 1983 and 14% in 1998.

In 1994-1998 the energy consumption per capita grew at an annual rate of 1,5%. In the same period major technological and management improvements occurred that allowed to reduce energy intensity<sup>1</sup> as from 1996. It is noteworthy that energy consumption per capita in Peru is small compared to that in other Latin American countries.

Hydraulic power in Peru accounts for 47% of the total installed power in the country (5742 MW). Hydraulic power has a significant presence in the Peruvian energy structure<sup>2</sup>. 14 541 GWh of hydroelectric power were produced in 1999 (accounting for 76% of the all the electric power produced in the country). Peru has an important potential for small hydroelectric stations.

Commercial supply of power in Peru is mainly based on the use of oil. There are plans to develop the reserves of the most plentiful energy resources, such as natural gas (50% of total reserves).

As for the *transportation sector*, the vehicle fleet exceeded the million-unit mark in 1998. The motorization rate increased to 28,1 vehicles per 1000 inhabitants in 1990 and to 42,6 vehicles per 1000 inhabitants in 1998.

The high vehicles emission rate is due to the high average age of the fleet (15 years) and the lack of inspection and maintenance. In the main cities of the country, especially in Metropolitan Lima, vehicles from the 50s are still on the road.

The country does not have a fast massive passenger transportation system that would allow an efficient displacement of people, discouraging the use of private cars.

Road infrastructure in Peru fosters the circulation of private cars and does not give priority to the use of public service vehicles. Likewise, railroad transportation has not been significantly developed.

Water transportation is mainly maritime and uses diesel and residual oil as main fuel. In the jungle, fluvial transportation is very important. Lake transportation is limited to the Titicaca lake.

Domestic and international air transportation of passengers has recorded a significant growth in the 1986-1996 period. On the other hand, in the same period, the domestic air transportation of cargo decreased 13% due to the offer by other lower-cost transportation means, while the international air transportation of cargo grew 54% in the 1986-1996 period. The main fuel used by this transportation means is turbines.

The *agriculture activity* in the coast has as main crops sugar cane, cotton and rice. Agriculture management in this region has been relatively technicalized. The coast concentrates the large irrigation projects that have made it possible to partially overcome the problem of water scarcity, but an inadequate use of the resource has resulted in problems of soil salinization.

<sup>1</sup> Energy consumption per million dollars of the gdp.

<sup>2</sup> Although the national hydroelectric potential has been estimated at 58 000 MW, currently only around 4% of it is exploited.

In the highlands, traditional agriculture management prevails. The main crops in this region are potato, corn, broad bean, barley and alfalfa. A great portion of agriculture is carried out on hillsides.

Agriculture activity is very restricted in the Amazonian region. The most important crops are coffee, cacao, yucca, banana and papaya. Due to its wideness and its environmental repercussions, the illegal cultivation of coca must be mentioned. It is noteworthy that in this region a migratory agriculture is developed, being this, the main reason of the existing deforestation. It is estimated that in 1990 it reached 6 900 000 Ha and the annual deforestation average in the 1985-1990 period was 260 000 Ha.

The main livestock activity in the coast is poultry raising, while in the highlands it is the raising of indigenous camelidae (alpacas, llamas). Likewise, in the central and southern highlands there is an important presence of sheep, while Arequipa and Cajamarca have active milk basins.

*Forestry* is mainly concentrated in the amazon region and its incipient development is explained by the wide heterogeneity, difficult transportation, safety problems and technological deficiencies. The main lumber centers are located in Pucallpa, Iquitos, and the region of Chanchamayo, Madre de Dios and Tarapoto

As for *industrial* activity, the main manufacturing industries are food products, basic metals, and textiles, which jointly account for 64% of the manufactured products.

The industries with the highest energy consumption are cement and foods and beverages.

Traditional *exports* account for 68% of the total exports. Most of the products from the mining and fishing industries are sold abroad. In 1999, the share of fishing products in total exports diminished 7% compared to 1994, since a complete recovery has not been possible after the last occurrence of El Niño in 1998. Currently Peru is the second world's exporting country of fish meal.

The economic crisis in the late 80s and the adjustment measures in the early 90s had a high social cost, difficult to observe in all its extent with the traditional economic indexes. That is why it is important to set the relationship between *economy and poverty* through adequate indexes.

According to the National Surveys on Living Standards carried out in 1985-86, 1991 and 1994, the percentage of the population under the poverty line increased from 42% in 1985 to 57,4% in 1991, diminished to 53,4% in 1994, and to 50,7% in 1997. It is estimated that the population under the poverty line will reach 54,11% in 2000. In turn, population in extreme poverty passed from 18% in 1985 to 26,8% in 1991 and then diminished to 19% in 1994. In 1997, 14,7% of the population lived in such conditions and in 2000 the figure was 14,8%.

Absolute or "open" unemployment in Peru is not as high as it could be expected (it was between 8% and 9% in 1994); the problem is underemployment.

According to the report on Human Development 2000 elaborated by the UNDP, Peru is ranked 80 in the world.

## II. ENVIRONMENTAL LAW IN PERU

### ● Legal principles and legislation in force

The 1993 Constitution states the constitutional right to enjoy an equilibrate environment appropriate for life development. Likewise, it states that natural resources are owned by the Nation and that the State is sovereign as for their exploitation. It also binds the State to promote the conservation of biological diversity and natural protected areas (Art. 68) as well as the sustainable development of the Amazonian region.

The Environment and Natural Resources Code (1991) introduces a significant amendment in decision-making both at public and private levels, and sets forth preventive policies for environmental protection. The four axis of this modification are citizen involvement, the obligation to supply information on the condition of the environment, environmental impact assessments and the right to initiate lawsuits without proving direct interest.

### Institutional framework

In October 1995, the Peruvian environmental authority, i.e. the National Environment Council (CONAM) started to operate. This agency has designed the Structural Framework for Environmental Management as an instrument to harmonize the sectorial policies with the national environmental policy, and to promote the coordination of the inter-sectorial management and the decentralization of environmental management capacities. Within this framework, the National Committee on Climate Change is created, made up by sixteen members of the public and private sectors, with a consultation nature. Its goal is to coordinate with the different sectors the fulfillment of the Convention.

## III. NATIONAL INVENTORY OF EMISSIONS OF GREENHOUSE GASES 1994

The National Inventory of Greenhouse Gases in Peru has been carried out taking 1994 as base year. This survey applies the guidelines given by the Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC) and follows the instructions given by the 2<sup>nd</sup> Conference of Parties held in Geneva in 1996.

The main source of emission of carbon dioxide results from land use change, mainly due to deforestation. In the energy sector, the main source of emission is urban transportation. Nevertheless, the estimates for 2002 show that the first source of emission in the future will be the energy sector.

Data gathering for the National Inventory of Greenhouse Gases was difficult since some of the categories set by the IPCC do not correspond with the categories applied in the country. Likewise, the lack of adequate statistics poses a certain degree of uncertainty as for the obtained results. On the other hand, the Peruvian case shows certain particular features that are not fully covered by the methodology proposed by the IPCC.

Gráfico III.1

Emissions of greenhouse gases, energy sector (in Gg of CO<sub>2</sub> equivalent) Year 1994

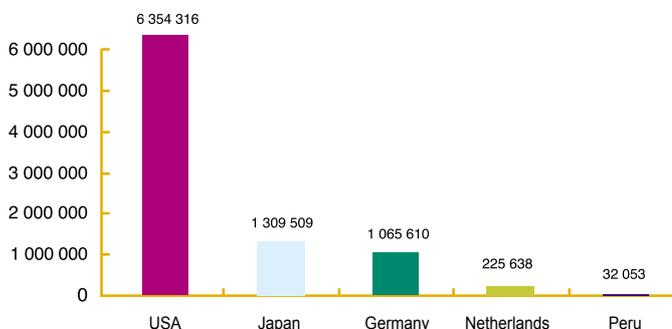


Gráfico III.2

Total emissions of greenhouse gases (in Gg of CO<sub>2</sub> equivalent) Year 1994

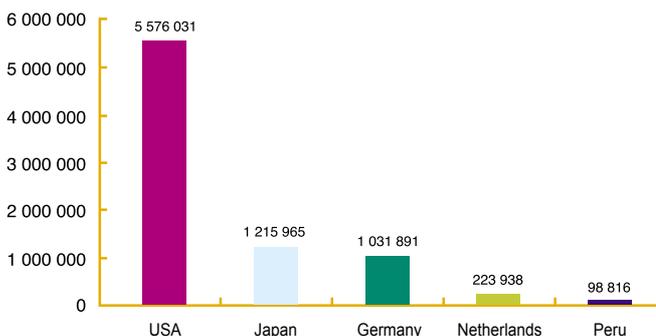


TABLE III.1

## Summary of the National Inventory of Greenhouse Gases 1994 (Gg)

Categories of sources and sinks de GEI	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> equivalent
<b>I. Total energy</b>	<b>30 656,75</b>	<b>53,80</b>	<b>0,86</b>	<b>32 053,09</b>
Fuel combustion	20 770,53	45,40	0,86	21 990,53
Conversion and transformation industry	4 237,12	0,40	0,06	4 264,12
Industry (ISIC)	2 851,57	0,70	0,11	2 900,37
Domestic/commercial	2 271,15	41,40	0,56	3 314,15
Public	729,64	0,10	0,01	734,84
Transportation	7 921,89	1,10	0,08	7 969,79
Agriculture and livestock/agroindustrial	240,33	1,40	0,02	275,93
Fishing	1 682,08	0,20	0,01	1 689,38
Metal mining	836,75	0,10	0,01	841,95
Fugitive emissions (extraction, transmission and transportation)	0,00	7,78	0,00	163,38
Mineral coal		0,86		18,06
Oil and natural gas		6,92		145,32
Industrial processes	9 886,22	0,62	0,00	9 899,18
Mineral products	1 989,11			1 989,11
Chemical industry	25,63	0,62		38,59
Metal production	7 871,48			7 871,48
<b>II. Total non-energy</b>	<b>37 196,80</b>	<b>757,81</b>	<b>44,04</b>	<b>66 763,21</b>
Agriculture	0,00	471,46	41,64	22 809,06
Enteric fermentation		364,67		7 658,07
Manure management		11,16	1,96	841,96
Rice cultivation		55,28		1 160,88
Prescribed burning of savanna		36,40	0,45	903,90
Field burning of agriculture residues		3,95	0,10	113,95
Use of agriculture soils			39,13	12 130,30
Change of land use and forestry	37 196,80	173,77	1,20	41 217,97
Change in forest and other woody biomass stocks	-4 122,40			-4 122,40
Forests and grasslands conversion	82 487,50	173,77	1,20	86 508,67
Abandonment of managed lands	-37 345,00			-37 345,00
CO <sub>2</sub> Emissions and removals from soil	-3 823,30			-3 823,30
Wastes	0,00	112,58	1,20	2 736,18
Solid waste disposal on land		95,93		2 014,53
Human faeces			1,20	372,00
Other		16,65		349,65
<b>III. Total national greenhouse gases emissions and capture</b>	<b>67 853,55</b>	<b>811,61</b>	<b>44,90</b>	<b>98 816,30</b>

Source: CONAM 1997.

It is necessary to develop local parameters to adequate the default values of the IPCC methodology according to the types of fuels used, the special cultivation techniques and the production technology and inputs used by the national industry. The emissions of GHG from international transportation amount to 396,51 Gg of CO<sub>2</sub>, 0,01 Gg of CH<sub>4</sub> and 0,003 Gg of N<sub>2</sub>O. Such emissions have not been included in the summary table III.1.2 because they are not Peruvian emissions.

## IV. SECTORIAL PROGRAMS, POLICIES AND MEASURES WITH IMPACT ON CLIMATE CHANGE

In the 90s, Peru achieved a structural adjustment plan in order to liberalize and deregulate the economy. At the sectorial level, such program was translated into a new set of regulations, which is detailed in table IV.1.

TABLE IV.1

Main sectorial policies

Energy	Transportation	Forestry
Elimination of subsidies to fossil fuels.	Generalized deregulation of public ground transportation services.	Initial actions to promote reforestation.
Privatization of power generation and distribution.	Import of used vehicles.	New forestry act to promote environmental services and concessions for managed forests only.
Initial actions to promote energy efficiency.	Initial actions to protect air quality and surveys to establish the first emission limits for vehicles.	New laws for natural protected areas.
	Preparation of projects for the restructure of urban transportation in Metropolitan Lima.	

The main *energy policies* affecting the emissions of greenhouse gases in Peru are:

- Tax policy on fossil fuels.
- Privatization process.
- Energy efficiency.
- Support to renewable energy sources.
- Promotion of natural gas use.

The main transportation policies are:

- Vehicle imports: liberalization and taxation sales.
- General deregulation of ground transportation services.
- Initial measures for the protection of air quality.
- Project to restructure of urban transportation in Metropolitan Lima.

The *policy actions in forestry* can be grouped in the following areas:

- New Forestry Act.
- Actions in favor of afforestation and reforestation.
- Management of natural forests.
- Management of protected natural areas.

### ● Environmental policy

CONAM periodically issues a public report on goals named *Ecodiálogo* (Ecodialog), with the participation of the public and private sectors.

## ● Public awareness

CONAM is developing a work aimed at building public awareness that includes a number of activities:

- Website on climate change ([www.conam.gob.pe](http://www.conam.gob.pe)).
- Seminars and workshops on the same subject.
- Publications.

## ● Research

CONAM has carried out some studies on the mitigation of and vulnerability to climate change with the financial support of GEF, CC:TRAIN, PNUD, DANIDA (Danish Cooperation) and the Committee for the Management of Resources in the hydrocarbon sector (CAREC) established by the Peruvian Government, as well as the technical support of the UNEP-Collaborating Center on Energy and Environment. These researches include:

- Survey on the vulnerability of water resources from the high mountains. May 1998.
- Mitigation of greenhouse gas emissions in Peru. Energy, transportation and forests. July 1998.
- Energy efficiency and boiler conversion in the Peruvian industry. October 1999.
- Study for the program of liquefied petroleum gas use in taxis as an option to mitigate greenhouse gas emissions. October 1999.
- Additional demand for Camisea gas within the framework of the Convention on Climate Change. Gas conversion of industries, taxis and buses. April 2000.

# V. VULNERABILITY AND ADAPTATION MEASURES

## ● Water resources from the high mountains

From September 1997 to May 1998, a research was made on the impacts of the global climate change on the glaciers of the Peruvian Andes. The research was based on mass balance and an inventory of glacier surface areas.

Firstly, the research confirmed a drastic reduction in the glacier areas of the four researched glaciers, with a clear increase in the negative balance during the last fifteen years. Secondly, they established that the glaciers with comparatively small areas will rapidly disappear if the current climate conditions are maintained.

If the current melting rate continues, the disappearance of small glaciers, such as the Broggi glacier, could occur in Peru during this decade. In the last thirty years, significant reductions have occurred in the glacier areas, up to 80% in small ranges, including Huagoruncho, Huaytapallana, Raura Cordillera Central. Such objective confirmation leads us to state that the smaller glaciers, especially those located under 5500 masl, would be vulnerable in the next ten years if the climate conditions remain unchanged.

## ● Inventories of glaciers as of 1970 and 1997

The first inventory of glaciers in Peru as of 1970 was published in 1989. It contains data on 18 of the 20 Peruvian ranges of glaciers. In the 18 studied ranges, 3044 glaciers were identified with a total area of 2041,85 km<sup>2</sup>.

In 1997 a new partial inventory was carried out. The study confirmed the fast reduction in the glacier areas: instead of permanent glaciers, fresh moraines left by the disappearance of ice were observed.

Glacier retreat has increased from the mid-80s to our days and is three times larger than the one recorded years before. In the last fifty years, over 188 000 000 m<sup>3</sup> of water reserves have been lost in the four studied glaciers (Broggi, Uruashraju, Yanamarey and Santa Rosa).

The Andean deglaciation process is important not only due to the retreat of glacier fronts but because it promotes the formation of lagoons and "hanging" glaciers that sometimes have produced landslides with serious consequences.

## ● The impacts of El Niño on the Peruvian marine ecosystem

The biological impact of the events produced by El Niño on the sea flora and fauna is apparent at all levels. It can be positive or negative for each particular species and, in some cases, it can also be different for a given population or stage of the same species (Tarazona *et al.* 1988a, 1988c).

Although uncertainty exists on the future impacts of the climate change on the marine ecosystem, we infer that as the CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere doubles, the Peruvian marine ecosystem will undergo a number of alterations, including:

- An increase in the sea level.
- An increase in the surface temperature of the ocean waters in front of Peru (NIÑO3 area), about 3-4°C above the current average.
- An intensification of the wind stress and of coastal surgenes.

## ● The impacts of El Niño on public health

The phenomenon has influence mainly on vector-borne diseases, such as malaria; diseases caused by the use of polluted water due to the failure of the basic sanitation services, such as cholera; skin diseases and acute respiratory diseases caused by damages on houses and temperature changes. Another effect observed during El Niño but little described so far is the hyperthermia that occurs in newborns and senior citizens.

## ● The impacts of El Niño on agriculture

The increased temperature recorded during El Niño has an impact on the vegetation development, as well as on the yield and sanitation of the crops, whether indigenous or introduced.

In the Andean region, the phenomenon has originated drought or excessive rainfall. In some cases, this has directly affected the development of crops, but the most important is that drought conditions favored the development of plagues, while rains favored the development of diseases.

The agriculture areas of the main lost and affected crops amount nationwide to 204 000 Ha during the farming season 1997-1998 (August-March).

## ● The impacts of El Niño on infrastructure

Five department capitals in the coast (Tumbes, Piura, Chiclayo, Trujillo and Ica) suffered floods that caused severe damages in houses and other urban infrastructure. The following circumstances favored the destruction or damage of the houses: the fact that they had been built on inadequate places (major beds of rivers or dry gullies or river banks) and the use of non water-resistant construction materials (non-stabilized earth adobes).

Transportation infrastructure was one of the most affected by the floods, bank erosion in dry gullies, landslides, torrent overflows and intense rainfall during El Niño 1997-1998. The northern reach of the Pan-American Highway suffered the greatest destruction. The transportation infrastructure in the Peruvian coast has not been designed to bear intense rains.

## VI. FINANCIAL AND TECHNOLOGICAL NEEDS AND LIMITATIONS

For the preparation of future national communications within the framework of the UN Convention on Climate Change, major subjects have been identified that require improvements in the fields of technology and information.

### ● Systematic observation of climate

The equipment must allow the generation of basic information through the use of automated meteorological stations and marine buoys. Data processing requires computing capacity and numeric models, as well as a skilled staff with experience in technology transfer.

In year 2000, within the framework of the activities of the Multisectorial Committee for the National Study of El Niño and with the support of the World Bank, a human resource building program was launched with an investment of US\$ 500 000 aimed at research and operation of oceanic and atmospheric models, but this effort is still insufficient<sup>3</sup>.

On the other hand, the National Meteorological and Hydrological Service (SENAMHI) has developed capacities for modeling time, climate and river flow rates using the climate model CCM3. It allows to model global climate under diverse scenarios, including different inventories of greenhouse gas emissions. Likewise, the RAMS model, soon to be applied in Lima, has the capacity to model the movement of sprays and greenhouse gases.

### ● Emission factors for greenhouse gases

It is necessary to establish local emission factors for the emission, mainly in the categories of land use change and forestry and agriculture. This requires micrometeorological stations, laboratories, portable computers, global positioning systems and the necessary professional capacity. It is also necessary to define local emission factors for fuels.

### ● Mitigation of greenhouse gas emissions and financial constraints

The mitigation scenario identifies a set of concrete projects in the selected sectors aimed at reducing the greenhouse gas emissions. Due to economic, financial or institutional difficulties, these projects are not included in the sectorial plans and there are no private investment projects in the short term, except for the technical inspection of vehicles.

The table VI.1 shows the selected mitigation options, the expected total reduction and the additional benefits of each project.

<sup>3</sup> Each of the following four agencies has been benefited with eight experts: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (National Meteorological and Hydrological Service, SENAMHI), Instituto del Mar del Perú (Peruvian Sea Institute, IMARPE), Instituto Geofísico del Perú (Peruvian Geophysical Institute, IGP) and Hidrografía y Navegación de la Marina (Navy's Hydrography and Navigation Service, HIDRONAV).

TABLE VI.1

Mitigation options for greenhouse gas emissions: Main Results<sup>4</sup>

Sector/Mitigation option	Years of the project	Cumulative reduction of CO <sub>2</sub> equivalent (millions of mt) <sup>1</sup>	Additional benefits
<b>ENERGY SECTOR</b>			
1. Hydroelectricity substitutes diesel	2014-2020	8,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lower local atmospheric pollution.</li> <li>• Reduced diesel fuel imports.</li> </ul>
2. Natural gas substitutes coal	2009-2020	7,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elimination of ashes, particulate matter and precursors of corrosive acids.</li> </ul>
3. Natural gas substitutes diesel	2007-2020	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduced diesel fuel imports.</li> <li>• Lower local atmospheric pollution.</li> </ul>
4. Two additional gas pipelines will substitute coal, residual oil and diesel	2004-2012	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lower local atmospheric pollution.</li> <li>• Reduced diesel fuel imports.</li> <li>• Energy diversification.</li> </ul>
5. Hydroelectricity substitutes natural gas	2019-2020	2,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lower local atmospheric pollution.</li> </ul>
6. Efficiency improvement and conversion of industrial boilers*	2000-2009	2,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lower local atmospheric pollution.</li> <li>• Reduced fuel imports</li> </ul>
7. Solar collectors	2000-2020	1,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lower local atmospheric pollution.</li> <li>• Energy diversification.</li> </ul>
8. Wind turbines	2006-2020	0,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lower local atmospheric pollution.</li> <li>• Reduced diesel fuel imports.</li> <li>• Energy diversification</li> </ul>
Reduction of emissions in the energy sector		31,0	
<b>TRANSPORTATION SECTOR</b>			
9. Technical inspections	1999-2020	23,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Higher safety,</li> <li>• Lower atmospheric pollution.</li> <li>• Energy saving.</li> </ul>
10. Bicycle paths	1999-2020	23,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saving in transportation costs.</li> <li>• Lower atmospheric and acoustic pollution at local level.</li> <li>• Less congestion.</li> </ul>
11. Phase-out of old vehicles (bonds)	1999-2010	3,7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• New fleet for public transportation.</li> <li>• Lower local atmospheric pollution.</li> <li>• Better quality in the public transportation service.</li> </ul>
12. Conversion of taxis to liquefied petroleum gas	1999-2010	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction of carbon monoxide, particulate matter and lead.</li> <li>• Use of liquefied petroleum gas from the Peruvian deposits.</li> </ul>
Reduction of emissions in the transportation sector		51,8	

<sup>4</sup> This information is part of the preliminary assessment achieved during 1998 and needs to be updated.

AGRICULTURE AND FORESTRY SECTOR			
13. Coffee cultivation	1999-2020	45,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Farmers training.</li> <li>• Higher crop yields.</li> <li>• Stability of farming units.</li> <li>• Less deforestation.</li> <li>• More employment.</li> <li>• More exports.</li> </ul>
14. Afforestation with exotic species	2000-2020	9,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of forestry and paper industries.</li> <li>• More exports.</li> <li>• Soil and water protection.</li> <li>• Micro-climate improvement</li> </ul>
15. Afforestation with indigenous species	2000-2020	4,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Firewood supply for communities.</li> <li>• Conservation of biodiversity.</li> <li>• Soil and water protection.</li> <li>• Micro-climate improvement.</li> </ul>
16. Pijuayo for palmito	1999-2020	2,7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Farmers training.</li> <li>• Higher crop yields.</li> <li>• Stability of farming units.</li> <li>• Less deforestation.</li> <li>• More employment.</li> <li>• More exports.</li> </ul>
17. Forest management	2000-2020	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protection of tropical rainforests.</li> <li>• Development of forestry industry.</li> </ul>
Total reduction of emissions		65,2	

1/Accumulated in the 1999-2020 period.

\*In March 2001 the Ministry of Industry, Tourism, Integration and International Commercial Trade (MITINCI) was carrying out a feasibility survey of the project in order to have more accurate data.

## ● Vulnerability and adaptation options to face the climate change

The adaptation options that must be developed as soon as possible are closely related to human health and well-being (safety and housing infrastructure) and to the retreat of glaciers in the Peruvian Andes.

Regarding human health, technology transfer is required aimed at the application of laboratory techniques to identify disease vectors and the characteristics of pathogens, as well as the development and production of vaccines.

As for infrastructure vulnerable to climate change, the following must be considered: (i) accident prevention, and (ii) management of events already occurred; in the case of forest resources, one of the higher risks is the spreading of uncontrolled forest fires.

It is necessary to have a national program to systematically observe and measure all the glacier ranges. An important percentage of the population of this country directly depends on the mountain glacier sources for their domestic and agricultural consumption of water. Likewise, 70% of the electric power currently consumed comes from hydraulic sources, part of which are fed from the snow-covered mountain ranges.

Since the danger of occurrence of floods from glacier lagoons depends on the volume of water that they contain, as well as the instability of the moraine barriers enclosing them, both factors must be under strict control. Construction works for safety dams are aimed at reducing the water mirror level in the lagoons.

# RESUMEN

## Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático

### I. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

#### ● Geografía y clima

El Perú es el tercer país sudamericano en extensión, con una superficie continental de 1 285 215,6 km<sup>2</sup>. Está localizado en una zona sísmica, razón por la que se ve afectado por temblores y terremotos. El territorio del Perú presenta un relieve extraordinariamente accidentado, el mismo que determina en gran medida su gran diversidad climática. La cordillera de los Andes, que recorre el país longitudinalmente de sur a norte, es una de sus características más significativas. No sólo da lugar a la formación de tres unidades o regiones geográficas que reciben los nombres de costa (Chala), sierra (Andina) y selva (Amazonia), sino que además divide las masas de aire de los océanos Pacífico y del Atlántico y establece una barrera a la circulación de los vientos.

#### ● Población

En 1994 la población del Perú alcanzó los 23 000 000 de habitantes; en 1999 ésta ascendió a 25 200 000. Se espera que la población total del Perú llegue a 35 500 000 para el año 2025.

#### ● Recursos naturales

El Perú es considerado uno de los mayores centros de biodiversidad del planeta y uno de los más importantes en lo que respecta a especies silvestres útiles (estimadas en 1200). También posee entre 40 000 y 50 000 especies de flora, de las cuales se ha descrito apenas la mitad.

El fitoplacton peruano es uno de los más ricos del mundo, por lo que los *productos hidrobiológicos* sustentan el desarrollo de la actividad pesquera, la cual depende en más del 99% de la producción de especies marinas y continentales propias del país.

Gracias a la diversidad de pisos ecológicos ha sido posible desarrollar una amplia variedad de *productos agrícolas y ganaderos*. Aproximadamente el 65% de la agricultura nacional depende de numerosas especies nativas domesticadas. También se conocen y utilizan cerca de 1600 especies de plantas ornamentales. Una parte importante de la ganadería nacional depende de recursos genéticos nativos: camélidos (alpaca, llama, vicuña) y algunas especies de mamíferos menores y aves (cuy y pato criollo). El Perú posee cerca del 80% de la población mundial de camélidos sudamericanos.

En cuanto al recurso forestal, el Perú es el segundo país amazónico después de Brasil y el séptimo en el mundo en extensión de superficie boscosa (67 620 000 de ha). Por otro lado, su potencial maderero es de 1 680 000 000 m<sup>3</sup>. Se estima que en la región de la selva el número de especies madereras supera las 2500, de las cuales algo más de 600 ya han sido identificadas; en la actualidad se extrae el 10% del total de éstas.

El *suelo* para uso agrícola alcanza apenas el 6% de la superficie territorial del Perú: sólo 7 600 000 ha pueden ser utilizadas con fines agrícolas. La falta de agua en la costa y la sierra es el factor que limita una producción efectiva. Las tierras peruanas poseen una baja fertilidad natural, son ácidas, deficientes en nutrientes y con escaso contenido orgánico. Por estas razones, la actividad agrícola se ve forzada a agregar grandes cantidades de nitrógeno para obtener rendimientos económicamente viables. De otro lado, las laderas de fuerte pendiente (sierra y ceja de selva) representan una fracción significativa del terreno y sus suelos inestables y poco profundos son muy susceptibles a la erosión hídrica.

El Perú cuenta con una importante dotación de *recursos mineros*. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar en la producción de plata, el cuarto en la producción de plomo y zinc y el sexto en la producción de cobre, y es el primer productor de oro en Sudamérica. La minería de metales no ferrosos constituye la principal industria de exportación.

## ● Aspectos generales de la economía

La característica fundamental de la dinámica de la economía peruana es su marcada inestabilidad. El producto bruto interno (PBI) per cápita disminuyó cerca de 22% en el período 1985-1990, cuando colapsó el modelo económico aplicado. En 1988 el país experimentó la primera hiperinflación de su historia. Durante la década de los noventa, la coyuntura económica mejoró gracias al favorable contexto internacional y al programa de reformas estructurales ejecutado por el gobierno.

El comportamiento de la producción peruana muestra la vulnerabilidad de la economía frente a los cambios de temperatura inducidos por el fenómeno El Niño. En 1983 y en 1998 los índices agregados de producción registraron el impacto de este fenómeno, que provocó un fuerte descenso en la tasa de producción de los sectores primarios: pesca y agricultura, principalmente. La producción pesquera, por ejemplo, experimentó una caída de 30% en 1983 y de 14% en 1998.

Entre 1994-1998 el consumo per cápita de energía creció a una tasa anual de 1,5%. En el mismo período se produjeron importantes mejoras tecnológicas y de gestión que permitieron reducir la intensidad energética<sup>1</sup> a partir de 1996. Cabe señalar que el consumo per cápita de energía en el Perú es pequeño en comparación con otros países de Latinoamérica.

La potencia hidráulica en el Perú representa el 47% del total de la potencia instalada (5742 MW). La generación hídrica tiene una significativa presencia en la estructura energética peruana<sup>2</sup>. En 1999 se produjeron 14 541 GWh hidro (76% de la energía eléctrica producida en el país). El país posee un importante potencial para pequeñas centrales hidráulicas (PCH).

La oferta comercial de energía en el Perú se basa principalmente en la utilización de petróleo. Existen planes para desarrollar las reservas de los recursos energéticos más abundantes, como es el caso del gas natural (50% de las reservas totales).

En lo que atañe al *sector transporte*, en 1998 el parque automotor peruano rebasó el millón de unidades. La tasa de motorización se elevó de 28,1 vehículos por cada 1000 habitantes en 1990 a 42,6 vehículos por cada 1000 habitantes en 1998.

Los elevados índices de emisión de los vehículos se deben a la antigüedad de la flota (15 años promedio) y al mal mantenimiento de la misma. En las principales ciudades del país, en especial en Lima Metropolitana, aún circulan vehículos de la década del cincuenta.

El país no cuenta con sistemas de transporte rápido masivo de pasajeros que permitan el traslado eficiente de personas y desincentiven el empleo del automóvil privado.

La infraestructura vial del Perú favorece la circulación del auto privado y no otorga prioridad al uso de vehículos de servicio público. Asimismo, el transporte ferroviario no ha sido mayormente desarrollado.

El transporte acuático es fundamentalmente marítimo y utiliza diesel y petróleo residual como principales combustibles. En la selva es muy importante el transporte fluvial, y el lacustre se circunscribe al lago Titicaca.

El transporte aéreo nacional e internacional de pasajeros ha registrado un crecimiento significativo durante el período 1986-1996. Por su parte, el transporte de carga nacional disminuyó en el mismo período en 13%, en vista de la oferta de otros medios de transporte de menor costo, mientras el transporte aéreo internacional de carga aumentó en el período 1986-1996 en 54%. El principal combustible que utiliza este medio de transporte es el turbo.

<sup>1</sup> Consumo de energía por cada millón de dólares de PBI.

<sup>2</sup> A pesar de que el potencial hidroeléctrico nacional ha sido estimado en 58 000 MW, en la actualidad sólo se explota alrededor del 4%.

La *actividad agrícola* en la costa tiene como principales cultivos la caña de azúcar, el algodón y el arroz. El manejo agrícola en esta región ha sido relativamente tecnificado. En ésta se concentran los grandes proyectos de irrigación que han permitido superar en parte el problema de la escasez del agua, pero el uso inadecuado del recurso ha generado problemas de salinización de suelos.

En la sierra predomina el manejo agrícola tradicional. Los principales cultivos de esta región son la papa, el maíz amiláceo, el haba, la cebada y la alfalfa. Gran parte de la agricultura se practica en laderas.

La actividad agrícola es sumamente restringida en la región amazónica. Los cultivos más importantes son el café, el cacao, la yuca, el plátano y la papaya. Por su extensión y repercusiones ambientales, no puede dejar de mencionarse el cultivo ilegal de la coca. Cabe destacar que en esta región se desarrolla una agricultura migratoria, principal responsable de la deforestación existente. Se estima que en 1990 ésta llegaba a las 6 900 000 ha, y el promedio anual de deforestación entre 1985-1990 fue de 260 000 ha.

La principal actividad pecuaria de la costa es la avicultura, y la ganadería en la sierra se caracteriza por la crianza de camélidos nativos (alpacas, llamas). Asimismo, en la sierra central y sur hay una importante presencia de ganado ovino, y Arequipa y Cajamarca cuentan con activas cuencas lecheras.

La actividad *forestal* se concentra fundamentalmente en la región de la selva y su desarrollo incipiente se explica por la gran heterogeneidad, las dificultades de transporte, los problemas de seguridad y las carencias tecnológicas. Los principales centros madereros están localizados en Pucallpa, Iquitos, la región de Chanchamayo, Madre de Dios y Tarapoto.

En lo que respecta a la actividad *industrial*, las principales ramas de la industria manufacturera son la alimenticia, la industria metálica básica, la industria textil, que en conjunto representan el 64% del producto manufacturero.

Las ramas industriales con mayor consumo de energía son las cementeras y las industrias de alimentos y bebidas.

Las *exportaciones* tradicionales representan un 68% del total de exportaciones. La mayor parte de lo producido en el sector minero y pesquero se vende en los mercados extranjeros. En 1999 la participación de los productos pesqueros en el total de exportaciones disminuyó 7% en comparación a 1994, en la medida en que aún no ha sido posible una total recuperación luego de la última manifestación del fenómeno El Niño en 1998. Actualmente el Perú ocupa el segundo lugar en la exportación mundial de harina de pescado; el primer lugar lo ocupa la China.

La crisis económica de finales de los años ochenta y las medidas de ajuste de principios de los noventa tuvieron un alto costo social, difícil de observar en toda su magnitud con los indicadores económicos tradicionales. De ahí la relevancia de establecer la vinculación de *economía y pobreza* a través de indicadores adecuados.

Según las Encuestas Nacionales sobre Niveles de Vida (ENNIV) de 1985-86, 1991 y 1994, el porcentaje de la población por debajo de la línea de pobreza pasó de un 42% en 1985 a 57,4% en 1991, bajó en 1994 a 53,4% y en 1997 a 50,7%. Para el 2000 se estima que la línea de pobreza alcanzará el 54,11%. A su vez, la extrema pobreza pasó de un 18% en 1985 a un 26,8% en 1991 y bajó luego a 19% en 1994. En 1997 el 14,7% de la población vivía en estas condiciones y en el 2000 el 14,8%.

El desempleo absoluto o "abierto" en el Perú no es tan alto como podría esperarse (entre 8 y 9% en 1994); el problema es el subempleo.

De acuerdo al informe sobre Desarrollo Humano 2000 elaborado por el PNUD, el Perú ocupa el puesto 80 a nivel mundial.

## II. DERECHO AMBIENTAL EN EL PERÚ

### ● Principios jurídicos y legislación vigente

La Constitución de 1993 establece el derecho constitucional a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. Asimismo, establece que los recursos naturales son patrimonio de la Nación, y el Estado es soberano en su aprovechamiento. También obliga al Estado a promover la conservación de la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas (art. 68) y el desarrollo sostenible en la Amazonia.

El Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (1991) introduce una modificación significativa en el proceso de toma de decisiones públicas y privadas, y propone políticas preventivas para la protección ambiental. Los cuatro ejes de esta modificación son la participación ciudadana, la obligación de información sobre el estado del medio ambiente, los estudios de impacto ambiental y el derecho a la acción judicial sin demostrar interés directo.

### ● Marco institucional

En octubre de 1995 se iniciaron las actividades de la autoridad ambiental peruana: el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). Este organismo ha diseñado el Marco Estructural para la Gestión Ambiental (MEGA) como un instrumento para armonizar las políticas sectoriales con la política nacional ambiental, y para promover la coordinación de la gestión intersectorial y la descentralización de capacidades de gestión ambiental. Dentro de este marco se crea la Comisión Nacional de Cambio Climático, que está compuesta por dieciséis miembros del sector público y privado, y que tiene carácter consultivo. Su objetivo es coordinar con los diversos sectores el cumplimiento de la Convención.

## III. INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1994

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Perú se ha realizado tomando como año base 1994. El estudio aplica las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y sigue los lineamientos de la II Conferencia de las Partes, realizada en Ginebra en 1996.

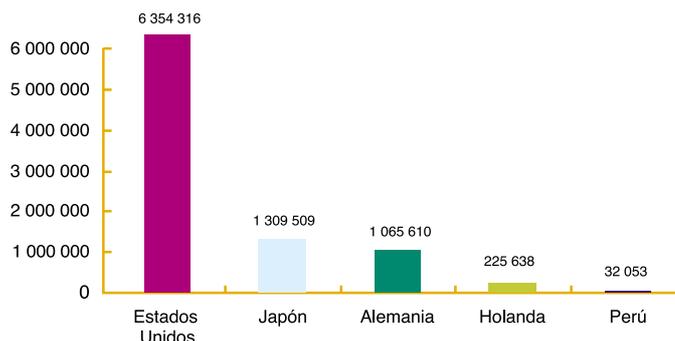
La principal fuente de emisión de dióxido de carbono tiene su origen en el sector no energético, en mayor medida debido a la deforestación. En el sector energético, la principal fuente de emisión es el transporte urbano. Sin embargo, las proyecciones realizadas al año 2020 indican que la mayor fuente de emisión en el futuro será el sector energético.

El acopio de información de base para realizar el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero fue difícil en razón de que algunas de las categorías planteadas por el IPCC no corresponden con las categorías nacionales. De igual manera, la falta de estadísticas adecuadas plantea cierto grado de incertidumbre en cuanto a los resultados obtenidos. Por otro lado, el caso peruano presenta ciertas particularidades que no son cubiertas totalmente por la metodología propuesta por el IPCC.

Es preciso desarrollar parámetros locales que adecuen los valores por defecto de la metodología del IPCC, de acuerdo a los tipos de combustibles usados, las especies técnicas de cultivo y las tecnologías de producción e insumos empleados por la industria nacional.

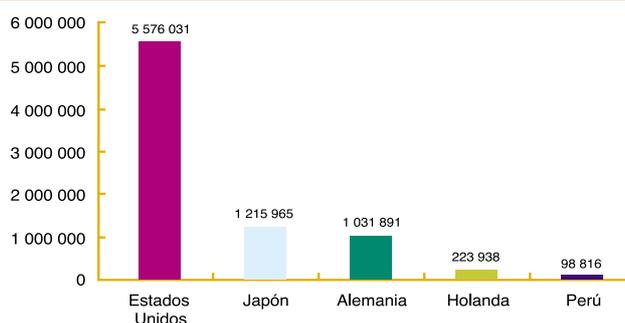
**Figura III.1**

Emisiones de GEI,  
sector energético (en  
Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)  
Año 1994



## Figura III.2

Emisiones totales de GEI (en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente)  
Año 1994



## CUADRO III.1

## Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1994 (Gg)

Categorías de fuentes y sumideros de GEI	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> equivalente
<b>I. Total de energía</b>	<b>30 656,75</b>	<b>53,80</b>	<b>0,86</b>	<b>32 053,09</b>
Consumo de combustibles	20 770,53	45,40	0,86	21 990,53
Industria de conversión y transformación	4 237,12	0,40	0,06	4 264,12
Industria (CIU)	2 851,57	0,70	0,11	2 900,37
Residencial/comercial	2 271,15	41,40	0,56	3 314,15
Público	729,64	0,10	0,01	734,84
Transporte	7 921,89	1,10	0,08	7 969,79
Agropecuario/agroindustrial	240,33	1,40	0,02	275,93
Pesca	1 682,08	0,20	0,01	1 689,38
Minería metálica	836,75	0,10	0,01	841,95
Emisiones fugitivas (extracción, transmisión y transporte)	0,00	7,78	0,00	163,38
Carbón mineral		0,86		18,06
Petróleo y gas natural		6,92		145,32
Procesos industriales	9 886,22	0,62	0,00	9 899,18
Productos minerales	1 989,11			1 989,11
Industria química	25,63	0,62		38,59
Producción de metales	7 871,48			7 871,48
<b>II. Total no energía</b>	<b>37 196,80</b>	<b>757,81</b>	<b>44,04</b>	<b>66 763,21</b>
Agricultura	0,00	471,46	41,64	22 809,06
Fermentación entérica		364,67		7 658,07
Estiércol de animales		11,16	1,96	841,96
Cultivo de arroz		55,28		1 160,88
Quema de sabana		36,40	0,45	903,90
Quema de residuos agrícolas		3,95	0,10	113,95
Uso de suelos agrícolas			39,13	12 130,30
Cambio de uso de la tierra y silvicultura	37 196,80	173,77	1,20	41 217,97
Cambio en bosques y otros stocks de biomasa leñosa	-4 122,40			-4 122,40
Conversión de bosques y pastizales	82 487,50	173,77	1,20	86 508,67
Abandono de tierras manejadas	-37 345,00			-37 345,00
Impacto de la agricultura sobre el suelo	-3 823,30			-3 823,30
Desechos	0,00	112,58	1,20	2 736,18
Rellenos sanitarios y botaderos		95,93		2 014,53
Heces humanas			1,20	372,00
Otros		16,65		349,65
<b>III. Total nacional de emisiones y captura de GEI</b>	<b>67 853,55</b>	<b>811,61</b>	<b>44,90</b>	<b>98 816,30</b>

Fuente: CONAM 1997.

La emisión de GEI producto del transporte internacional es de 396,51 Gg de CO<sub>2</sub>; 0,01 Gg de CH<sub>4</sub> y 0,003 Gg de N<sub>2</sub>O. Tales emisiones no han sido incluidas en el cuadro resumen III.1.2 por no tratarse de emisiones peruanas.

## IV. PROGRAMAS, POLÍTICAS Y MEDIDAS SECTORIALES CON IMPACTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

En los años noventa, el Perú ejecutó un plan de reforma estructural con el propósito de liberalizar y desregular la economía. A nivel sectorial, dicho programa se tradujo en un nuevo conjunto regulatorio, el cual se detalla en el cuadro IV.1.

CUADRO IV.1

Principales políticas sectoriales

Energía	Transporte	Forestal
Eliminación de subsidios a los combustibles fósiles.	Desregulación generalizada de los servicios públicos de transporte terrestre.	Medidas iniciales para promover la reforestación.
Privatización de la generación y distribución de energía.	Importación de vehículos usados.	Nueva ley forestal que promueve los servicios ambientales y concesiones sólo para bosques manejados.
Medidas iniciales para promover la eficiencia energética.	Medidas iniciales para protección de la calidad del aire y estudios para primeros límites permisibles de vehículos.	Nueva legislación de áreas naturales protegidas.
	Elaboración de proyectos de reordenamiento del transporte urbano en Lima Metropolitana.	

Las principales *políticas energéticas* que afectan las emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú son:

- Política de impuestos a los combustibles fósiles.
- Proceso de privatización.
- Eficiencia energética.
- Apoyo a las energías renovables.
- Fomento del uso de gas natural.

Las principales políticas de transporte son:

- Importaciones de vehículos: liberalización e impuesto selectivo al consumo.
- Desregulación generalizada de los servicios públicos de transporte terrestre.
- Medidas iniciales para protección de la calidad del aire.
- Proyectos de reordenamiento del transporte urbano en Lima Metropolitana.

Las acciones de *política en el sector forestal* pueden agruparse en los siguientes rubros:

- Actualización de la legislación forestal.
- Acciones a favor de la forestación y reforestación.
- Manejo de bosques naturales.
- Manejo de áreas naturales protegidas.

### ● Política ambiental

El CONAM realiza periódicamente un informe público de metas, conocido como el *Ecodiálogo*, con la participación de los sectores público y privado.

## ● Sensibilización pública

El CONAM ha venido desarrollando un trabajo de sensibilización pública que comprende una serie de actividades:

- Página web de cambio climático ([www.conam.gob.pe](http://www.conam.gob.pe)).
- Seminarios y talleres sectoriales sobre el mismo tema.
- Publicaciones.

## ● Investigación

El CONAM ha llevado a cabo investigaciones sobre la mitigación y la vulnerabilidad al cambio climático, con el financiamiento del GEF, CC:TRAIN, PNUD, la Cooperación Danesa (DANIDA) y el Comité de Administración de los Recursos del sector hidrocarburos del Gobierno del Perú (CAREC), y el apoyo técnico del UNEP-Collaborating Centre on Energy and Environment. Estos estudios comprenden:

- Estudio de vulnerabilidad de recursos hídricos de alta montaña 1999.
- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú. Energía, transportes y bosques. Julio de 1998.
- Eficiencia energética y conversión de calderas en la industria peruana. Octubre de 1999.
- Estudio del programa de uso del gas licuado de petróleo en taxis como opción de mitigación de emisiones de GEI. Octubre de 1999.
- Demanda adicional para el gas de Camisea en el marco de la Convención de Cambio Climático. Conversión a gas de industrias, taxis y ómnibus. Abril del 2000.

# V. VULNERABILIDAD Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

## ● Recursos hídricos de alta montaña

Entre setiembre de 1997 y mayo de 1998 se realizó una investigación sobre los impactos del cambio climático global en los glaciares de la cordillera peruana, a partir del balance de masas y el inventario de superficies glaciares.

En primer lugar, el estudio constató una drástica reducción de las áreas glaciares en los cuatro glaciares estudiados, con un marcado incremento del balance negativo en los últimos quince años. Y en segundo lugar, que los glaciares con áreas comparativamente pequeñas desaparecerán rápidamente si se mantienen las condiciones climáticas actuales.

Si continúa el ritmo de fusión actual, la desaparición de glaciares pequeños como el Broggi en el Perú podría tener lugar dentro de la presente década. En el lapso de los últimos treinta años han ocurrido disminuciones importantes de las superficies glaciares, hasta del orden del 80%, en las cordilleras pequeñas: Huagoruncho, Huaytapallana, Raura Cordillera Central, entre otras. Tal verificación objetiva nos lleva a sostener que los glaciares de menor envergadura, en especial los ubicados debajo de los 5500 msnm, serían vulnerables en los próximos diez años si las condiciones climáticas permanecen iguales.

## ● Inventarios de glaciares a 1970 y 1997

El primer inventario de glaciares del Perú a 1970 se publicó en 1989. Contiene datos de 18 de las 20 cordilleras de glaciares peruanas. En las 18 cordilleras estudiadas se identificaron 3044 glaciares, con un área total de 2041,85 km<sup>2</sup>.

En 1997 se realizó un nuevo inventario parcial. El estudio constató la acelerada disminución de las áreas glaciares: en lugar de glaciares permanentes se observaron morrenas frescas dejadas por la desaparición del hielo.

El retroceso glaciar se ha incrementado a partir de mediados de la década de 1980 hasta nuestros días y es más de tres veces superior al registrado en años anteriores. En los últimos cincuenta años se han perdido más de 188 000 000 m<sup>3</sup> de reservas de agua en los cuatro glaciares estudiados (Broggi, Uruashraju, Yanamarey y Santa Rosa).

El proceso de desglaciación andina es importante no sólo por el retroceso de los frentes glaciares sino porque promueve la formación de lagunas y glaciares "colgados", los cuales en algunas ocasiones han producido aluviones de graves consecuencias.

### ● Los impactos del fenómeno El Niño sobre el ecosistema marino peruano

El impacto biológico de los eventos del fenómeno El Niño (EN) sobre la flora y fauna marina se manifiesta a todo nivel. Éste puede ser positivo o negativo para cada especie en particular y, en algunos casos, también diferencial para una población o estadio específico de la misma especie (Tarazona *et al.* 1988a, 1988c).

Aunque existe incertidumbre sobre los impactos futuros del cambio climático sobre el ecosistema marino, inferimos que al duplicarse la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, el ecosistema marino costero peruano sufriría un conjunto de alteraciones tales como:

- Una elevación del nivel del mar.
- Una elevación de la temperatura superficial de las aguas oceánicas frente al Perú (área del NIÑO3) de unos 3-4°C por encima del promedio actual.
- Una intensificación del "stress" del viento y de las surgencias costeras.

### ● Los impactos del fenómeno El Niño sobre la salud pública

Principalmente, el fenómeno influye sobre enfermedades transmitidas por vectores, tales como la malaria; las enfermedades causadas por el uso de agua contaminada a causa del colapso de los servicios de saneamiento básico, como es el caso del cólera; las enfermedades dermatológicas y las enfermedades respiratorias agudas, causadas estas últimas por el deterioro de las viviendas y los cambios de temperatura. Otro efecto observado durante El Niño, pero aún poco descrito, es la hipertermia, que se manifiesta en recién nacidos y personas de edad avanzada.

### ● Los impactos del fenómeno El Niño sobre la agricultura

Los incrementos de temperatura registrados durante el fenómeno El Niño impactan en el desarrollo vegetativo, en el rendimiento y la sanidad de los cultivos, sean éstos nativos o introducidos.

En la región andina el fenómeno se ha caracterizado por originar situaciones de sequía o exceso de precipitación pluvial. En algunos casos esto ha afectado directamente el desarrollo de los cultivos; pero lo más importante es que las condiciones de sequía favorecieron el desarrollo de las plagas, y las lluviosas las enfermedades.

Las áreas agrícolas de los principales cultivos perdidas y afectadas a nivel nacional ascienden a 204 000 ha para la campaña agrícola 1997-1998 (agosto-marzo).

### ● Los impactos del fenómeno El Niño sobre la infraestructura

Cinco capitales departamentales en la costa (Tumbes, Piura, Chiclayo, Trujillo e Ica) sufrieron inundaciones que causaron severos daños en viviendas y demás infraestructura urbana. Contribuyeron a la destrucción o deterioro de las viviendas las siguientes circunstancias: el hecho que estuviesen construidas en lugares inapropiados (lechos mayores de ríos y lechos de quebradas secas o en sus riberas) y el empleo de materiales de construcción no resistentes a la humedad (adobes de tierra no estabilizados).

La infraestructura de transporte fue una de las más afectadas por las crecientes, inundaciones, erosiones de riberas en quebradas secas, derrumbes, *llocllas* y lluvias intensas durante El Niño 1997-1998. El tramo norte de la carretera Panamericana sufrió la mayor destrucción. La infraestructura de transporte en la costa del Perú no ha sido diseñada para soportar lluvias intensas.

## VI. NECESIDADES Y LIMITACIONES FINANCIERAS Y TECNOLÓGICAS

Para la elaboración de futuras comunicaciones nacionales en el marco de la Convención de Cambio Climático de las Naciones Unidas, se han identificado temas importantes que exigen mejoras tecnológicas y de información:

### ● Observación sistémica del clima

Los equipos deben permitir la generación de información básica mediante el uso de estaciones meteorológicas automatizadas y boyas marinas. Para el procesamiento de datos se requiere de capacidad de cómputo y modelos numéricos. Asimismo, de personal capacitado y con experiencia en transferencia de tecnología.

En el año 2000, en el marco de las actividades del Comité Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), con apoyo del Banco Mundial, se inició también un programa de formación de recursos humanos con una inversión de US\$ 500 000 para actividades de investigación y operatividad de los modelos oceánicos y atmosféricos; pero este esfuerzo aún es insuficiente<sup>3</sup>.

Por otro lado, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) ha desarrollado capacidades para el modelamiento del tiempo, el clima y los caudales de ríos utilizando el modelo del Clima CCM3. Éste permite modelar el clima global en diversos escenarios, incluyendo diferentes inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, el modelo RAMS, próximamente a ser aplicado en Lima, tiene capacidad de modelar el movimiento de los aerosoles y gases de efecto invernadero.

### ● Factores de emisión de gases de efecto invernadero

Es preciso establecer factores locales de emisión, principalmente en las categorías de cambio de uso de la tierra y silvicultura y agricultura. Esto exige contar con estaciones micrometeorológicas, laboratorios, computadoras portátiles, sistemas de posicionamiento global y la capacidad profesional necesaria. También es necesario definir factores locales de emisión para los combustibles.

### ● Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y limitaciones financieras

El escenario de mitigación identifica un conjunto de proyectos concretos en los sectores seleccionados para reducir las emisiones de GEI. Por dificultades de orden económico, financiero o institucional estos proyectos no se encuentran en los planes sectoriales ni existen proyectos de inversión privada para el corto plazo.

El cuadro VI.1 presenta las opciones de mitigación seleccionadas, su reducción total esperada y los beneficios adicionales de cada proyecto.

<sup>3</sup> Han sido beneficiadas con ocho especialistas cada una de las cuatro organizaciones siguientes: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Instituto Geofísico del Perú (IGP) e Hidrografía y Navegación de la Marina (HIDRONAV).

CUADRO VI.1

Opciones de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero: Principales resultados<sup>4</sup>

Sector/Opción de mitigación	Años del proyecto	Reducción acumulada de CO <sub>2</sub> equiv. (millones de tm)/1	Beneficios adicionales
<b>SECTOR ENERGÍA</b>			
1. Hidroelectricidad sustituye diesel	2014-2020	8,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>• Reducción de importaciones de combustible diesel.</li> </ul>
2. Gas natural sustituye carbón	2009-2020	7,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de cenizas, material particulado y precursores de ácidos corrosivos.</li> </ul>
3. Gas natural sustituye diesel	2007-2020	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de importaciones de combustible diesel.</li> <li>• Menor contaminación atmosférica local.</li> </ul>
4. Dos gasoductos adicionales reemplazan carbón, petróleo residual y diesel	2004-2012	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>• Reducción de las importaciones de combustible.</li> <li>• Diversificación energética.</li> </ul>
5. Hidroelectricidad sustituye gas natural	2019-2020	2,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor contaminación atmosférica local.</li> </ul>
6. Mejora de eficiencia y conversión de calderas industriales*	2000-2009	2,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>• Reducción de las importaciones de combustible.</li> </ul>
7. Colectores solares	2000-2020	1,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>• Diversificación energética.</li> </ul>
8. Turbinas de viento	2006-2020	0,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>• Reducción de importaciones de combustible diesel.</li> <li>• Diversificación energética.</li> </ul>
Reducción de emisiones sector energía		31	
<b>SECTOR TRANSPORTE</b>			
9. Revisiones técnicas	1999-2020	23,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor seguridad,</li> <li>• Menor contaminación atmosférica.</li> <li>• Ahorro energético.</li> </ul>
10. Ciclovías	1999-2020	23,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro en gastos de transporte.</li> <li>• Menor contaminación atmosférica y acústica locales.</li> <li>• Menor congestión.</li> </ul>
11. Retiro de vehículos antiguos (bonos)	1999-2010	3,7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nueva flota de transporte público.</li> <li>• Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>• Mejor calidad del servicio de transporte público.</li> </ul>
12. Conversión de taxis a GLP	1999-2010	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de monóxido de carbono, material particulado y plomo.</li> <li>• Aprovechamiento del GLP proveniente de los yacimientos gasíferos peruanos.</li> </ul>
Reducción de emisiones sector transporte		51,8	

<sup>4</sup> Esta información es parte de un estudio preliminar realizado en 1998.

SECTOR AGROFORESTAL			
13. Cultivo de café	199-2020	45,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de los agricultores.</li> <li>• Mayor productividad del cultivo.</li> <li>• Estabilidad de las unidades agropecuarias.</li> <li>• Menor deforestación.</li> <li>• Mayor empleo.</li> <li>• Mayores exportaciones.</li> </ul>
14. Forestación con especies exóticas	2000-2020	9,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de la industria forestal y papelera.</li> <li>• Mayores exportaciones.</li> <li>• Protección de suelos y aguas.</li> <li>• Mejora del microclima</li> </ul>
15. Forestación con especies nativas	2000-2020	4,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provisión de leña para las comunidades.</li> <li>• Conservación de biodiversidad.</li> <li>• Protección de suelos y aguas.</li> <li>• Mejora del microclima.</li> </ul>
16. Pijuayo para palmito	1999-2020	2,7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de los agricultores.</li> <li>• Mayor productividad del cultivo.</li> <li>• Estabilidad de las unidades agropecuarias.</li> <li>• Menor deforestación.</li> <li>• Mayor empleo.</li> <li>• Mayores exportaciones.</li> </ul>
17. Manejo de bosques	2000-2020	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de bosque húmedo tropical.</li> <li>• Desarrollo de la industria forestal.</li> </ul>
Reducción total de emisiones		65,2	

1/Acumulada en el período 1999-2020.

\*En marzo del 2001 el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales (MITINCI) se encontraba realizando un estudio de factibilidad sobre el proyecto a fin de precisar estos datos.

## ● Vulnerabilidad y opciones de adaptación frente al cambio climático

Las opciones de adaptación que deben ser desarrolladas en el más breve plazo se relacionan estrechamente con la salud y bienestar humanos (seguridad e infraestructura de las viviendas), y con el retroceso de los glaciares en los Andes peruanos.

En el caso de la salud humana, se requiere la transferencia de tecnología orientada a la aplicación de técnicas de laboratorio para identificar a los vectores de enfermedades y las características de los patógenos, así como para el desarrollo y la producción de vacunas.

En cuanto a la infraestructura vulnerable frente al cambio climático hay que considerar: (i) la prevención de los incidentes, y (ii) el manejo de los eventos ya acontecidos. En lo que respecta a los recursos forestales, uno de los mayores riesgos es la propagación de incendios forestales no controlados.

Es necesario un programa nacional para observar y medir sistemáticamente todas las cordilleras glaciares. Una importante proporción de la población del país depende directamente de las fuentes glaciares de montaña para su consumo doméstico y agropecuario. Además, el 70% de la energía eléctrica que actualmente se consume proviene de fuentes hidráulicas, parte de las cuales es alimentada por las cordilleras nevadas.

En vista de que el peligro de presentación de aluviones de lagunas glaciares depende del volumen de agua que éstas contengan así como de la inestabilidad de los diques morrénicos que las encierran, ambos factores deben estar bajo estricto control. Los trabajos de construcción de presas de seguridad tienen por objeto bajar el nivel del espejo de agua en las lagunas.



# I NTRODUCCIÓN

El clima mundial está cambiando. Los científicos de todo el mundo, convocados recientemente por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por su siglas en inglés), han concluido<sup>1</sup> que existen nuevas y más fuertes evidencias de que la mayor parte del calentamiento global observado en los últimos cincuenta años se debe a las actividades humanas, principalmente la quema de combustibles fósiles y, en menor medida, la deforestación.

Los incrementos de temperatura proyectados son mayores que los del anterior informe del IPCC (1995), y se estima que durante el siglo XXI la temperatura aumentará entre 1,4 y 5,8 grados centígrados por encima de la actual temperatura promedio. Ello dará lugar a un aumento en el nivel de los mares de entre 15 y 94 centímetros, debido en particular a la expansión térmica de los océanos y al deshielo de los polos.

Las 170 naciones del mundo que forman parte de la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático se han propuesto estabilizar las concentraciones de estos gases a un nivel que evite interferencias peligrosas en el clima mundial. Tal estabilización deberá realizarse en las siguientes décadas, de manera que permita que los ecosistemas puedan adaptarse gradualmente al cambio climático.

El Protocolo de Kioto es el primer paso para lograr una reducción efectiva de emisiones a un menor costo. Dicho Protocolo pretende lograr entre los años 2008 y 2012 una reducción de 5,2% de las emisiones de gases de efecto invernadero de los países industrializados respecto de los niveles de 1990, por considerarse que estos países son los causantes de las emisiones históricas de dióxido de carbono desde 1850.

Sin embargo, el Tercer Informe del IPCC, a ser publicado en los próximos meses, revela que será necesario reducir más del 60% de las emisiones de 1990 para cumplir con el objetivo de la Convención: que el cambio climático sea manejable.

Se trata de uno de los retos más grandes que enfrenta el hombre a inicios del milenio. La calidad de vida de las generaciones futuras se encuentra tanto en manos de los líderes de gobierno, quienes deben actuar proactivamente en el control de las emisiones de estos gases, como de la empresa privada, que debe invertir y aplicar la tecnología disponible.

No obstante, los países en desarrollo carecen de capacidad institucional y recursos para hacer frente a las actividades de investigación, planificación, gestión e inversión que el cambio climático exige. En la mayoría de los casos, nuestras autoridades ambientales no disponen de los recursos suficientes para atender los problemas locales de la contaminación del aire: inventarios, monitoreos, estudios epidemiológicos, aplicación de modelos, control de la contaminación, planes de acción, entre otros.

Los países en desarrollo han manifestado su preocupación por el hecho de que las economías más prósperas del mundo no sólo no vienen cumpliendo las metas de reducción de emisiones a los niveles de 1990 según el artículo 4 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, sino que en un futuro los países en desarrollo no podremos controlar el aumento de emisiones si no se produce una efectiva transferencia tecnológica en términos del artículo 4.5 y 4.7, que nos permita crecer económicamente sin perjudicar el clima mundial de la manera en que los países industrializados lo han hecho en el pasado.

<sup>1</sup> Véase el resumen para tomadores de decisiones del Tercer Informe de Evaluación del Cambio Climático del IPCC, adoptado en Shangai el 20 de enero del 2001 ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

Los científicos del mundo, con una participación reducida y desigual de los países en desarrollo en el IPCC, han producido hasta tres informes mundiales que dan cuenta de la influencia de las actividades humanas en el clima mundial, de la vulnerabilidad de los recursos de agua, de la agricultura, de los ecosistemas naturales y la salud humana; asimismo, los enfoques adecuados para reducir las emisiones y aumentar los sumideros. Desafortunadamente, estos informes sólo están disponibles en inglés, lo que limita en forma significativa la participación de la ciudadanía y de la comunidad científica de los países en desarrollo.

La opinión pública de nuestros países desconoce los problemas y causas del cambio climático y de los problemas ambientales en general. Nuestra prensa no informa sobre el estado de las negociaciones para la aplicación de la Convención de Cambio Climático y del Protocolo de Kioto. Y el esfuerzo para realizar educación ambiental y campañas para influir en algunas conductas nocivas para el medio ambiente, es aún incipiente.

El Perú en particular no cuenta con recursos suficientes para aplicar modelos socioeconómicos para realizar la proyección de emisiones. Tampoco dispone de recursos para llevar a cabo investigaciones científicas sobre el clima y su relación con el fenómeno El Niño, a pesar de que algunos científicos de los países industrializados opinan que El Niño será más frecuente y más intenso en los próximos años.

La Comunicación Nacional del Perú ante la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático no hubiera sido posible sin las disposiciones contenidas en el artículo 4.7 y 12 de la Convención. En estas disposiciones se ha recogido con sentido de equidad internacional que el cumplimiento de las obligaciones internacionales de la Convención depende de la manera en que las partes que son países desarrollados lleven a la práctica sus compromisos relativos a los recursos financieros y la transferencia de tecnología, teniendo plenamente en cuenta que el desarrollo económico y social y la erradicación de la pobreza son las prioridades primeras y esenciales de las partes que son países en desarrollo.

Los principales estudios realizados en los últimos tres años que se encuentran aquí resumidos son los siguientes:

- i. Inventario de gases de efecto invernadero (año base 1994) realizado por el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) con apoyo de la Universidad Nacional de Ingeniería y el Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Agraria La Molina, que contó con el financiamiento del gobierno de Dinamarca y tuvo como referente el estudio realizado (año base 1990) con el apoyo del Programa Estudios País de los EE.UU.
- ii. Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú realizado por el CONAM y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y el gobierno de Dinamarca. El pequeño grupo de consultores contó con el apoyo técnico del Laboratorio Risoe de Dinamarca.
- iii. Vulnerabilidad de los recursos hídricos de alta montaña realizado por el CONAM mediante convenio con el Instituto Andino de Glaciología y Geoambiente (INAGGA) y con apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial.
- iv. Perú: Vulnerabilidad frente al cambio climático y aproximaciones a la experiencia con el fenómeno El Niño, realizado por el CONAM con el apoyo de consultores peruanos y publicado en 1999 con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

Este documento ha sido autorizado para ser presentado a la Secretaría de la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático por la Comisión Ambiental Transectorial (art. 58º del DS 022-2001-PCM), reunida el 2 de marzo del 2001, con la recomendación favorable de la Comisión Nacional de Cambio Climático.

Marzo del 2001

# CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

## I.1 Generalidades

Nombre oficial	República del Perú
Idioma oficial	Castellano y quechua
Área	1 285 215,6 km <sup>2</sup>
Capital	Lima
PBI total (1999) <sup>1</sup> (en millones de dólares)	50 460
PBI per cápita (1999) (en dólares)	2002,38
Participación del sector industrial en el PBI (1999)	25,53%
Participación del sector servicios en el PBI (1999)	65,23%
Participación del sector agricultura en el PBI (1999)	9,24%
Superficie destinada a la agricultura	7600 km <sup>2</sup>
Población estimada (1999)	25 200 000 habitantes
Población urbana como porcentaje de la población total	72,1
Tasa de crecimiento de la población (1999)	1,72%
Población económicamente activa (PEA) <sup>2</sup>	7 779 000
Índice de analfabetismo (1998)	7,7%
Esperanza de vida (1998)	69 años
Países limítrofes	Ecuador, Colombia, Brasil, Bolivia y Chile

## I.2 Geografía y clima<sup>3</sup>

El Perú es un país sudamericano, litoral, andino, altiplánico, amazónico y antártico. Está localizado en una zona sísmica, por lo que se ve afectado por temblores y terremotos. Tiene una superficie continental de 1 285 215,6 km<sup>2</sup>, que incluye el territorio de las islas del mar Pacífico peruano, la parte peruana del lago Titicaca y sus islas. Además, tiene soberanía y jurisdicción sobre una franja de 200 millas del océano Pacífico adyacente a su litoral marino, la misma que alcanza una longitud de 3079,5 km de largo, debido a las entrantes y salientes de la costa.

El territorio del Perú presenta un relieve muy variado: desde amplias planicies costeras y altoandinas hasta las colinas y montañas en pendientes extremadamente empinadas. Este relieve determina en gran medida el clima del país. La cordillera de los Andes, que recorre el país longitudinalmente de sur a norte, es una de sus características más significativas. No sólo da lugar a la formación de tres unidades o regiones geográficas que reciben los nombres de costa (Chala), sierra (Andina) y selva (Amazonia), sino que además divide las masas de aire del Pacífico y del Atlántico y establece una barrera a la circulación de los vientos.

<sup>1</sup> Tipo de cambio promedio en 1999: S/. 3,38 por US\$.

<sup>2</sup> INEI: Perú: PEA urbana, tercer trimestre 1999.

<sup>3</sup> Fuente: INRENA, 1997b, vol. I: 57-59.

La región desértica-semi desértica de la costa se extiende desde el océano Pacífico hasta aproximadamente los 2000 msnm en las zonas sur y centro, límite que disminuye en la zona norte. Ocupa una extensión de 136 370 km<sup>2</sup>, que representa el 10,61% de la superficie total del país. La carencia de agua es un factor limitante. Sólo el 16% de la superficie de esta región es cultivable. No obstante, los ríos que bajan por las laderas occidentales y atraviesan esta región forman valles en los que se practica la agricultura intensiva. Entre los principales productos cultivados se encuentran el algodón, el azúcar y el arroz. En esta macrorregión se ubican las principales ciudades y Lima Metropolitana es la más grande con más de 7 000 000 de habitantes.

La sierra tiene una extensión de 391 980 km<sup>2</sup> y cubre el 30,49% del territorio nacional. Esta región es atravesada por tres grandes cadenas montañosas (occidental, central y oriental) y posee abundantes recursos minerales, hidroenergéticos y turísticos.

La selva abarca alrededor del 58,90% del territorio nacional y tiene una extensión de 756 865,6 km<sup>2</sup>. Esta región presenta un relieve constituido por laderas y planicies que forman parte de la cuenca del Amazonas, cuya mayor extensión está cubierta por bosques tropicales. Esta es la región más extensa y se halla cubierta de bosques naturales. Se subdivide en tres regiones: selva baja (hasta los 500 msnm), selva alta (desde 500 hasta 1900 msnm) y ceja de selva (desde 1900 hasta 3800 msnm). Algunos autores consideran que la región de la selva sólo se divide en selva baja (< 600 msnm) y selva alta (600 – 3800 msnm). En la selva baja y selva alta el clima se caracteriza por ser térmicamente cálido y semi cálido. En la ceja de selva es templado, con precipitaciones elevadas que van desde 1500 mm hasta 7000 mm anuales. Esta región alberga una gran diversidad de especies de mamíferos, anfibios, reptiles, peces y aves.

Al oeste, y en forma paralela a la costa, se encuentra una cuarta región natural: el mar de Grau. Sus aguas, consideradas entre las más ricas del mundo en fitoplancton, generan una abundante fauna ictiológica y son la base de la industria pesquera del Perú. Cabe mencionar que el fitoplancton no sólo constituye una fuente forrajera para peces, sino que garantiza su abundancia. Según estimaciones científicas, no menos del 50% del oxígeno de la atmósfera en la tierra se ha desprendido del fitoplancton.

#### Diversidad de climas en el Perú<sup>4</sup>

En función de la altura, la clasificación climática en el Perú puede resumirse en siete tipos:

- a) Frío y húmedo en el mar.
- b) Árido, templado y húmedo en la costa (0-1 km).
- c) Árido en el flanco occidental de los Andes (1-1,5 km).
- d) Lluvia estacional, frío y seco en los valles interandinos y el altiplano (2,5-4 km).
- e) Lluvia estacional, muy frío y seco en la puna (>4 km).
- f) Lluvioso, caliente y húmedo en el flanco oriental de los Andes y selva alta (1-2,5 km).
- g) Lluvioso, caliente y muy húmedo en la selva baja (0-1 km).

En general, el clima a lo largo de la costa peruana se caracteriza por presentar un ambiente con sensación de calor que varía de fresco a moderadamente caliente, con humedad relativa alta, lluvias estacionales en la costa norte y cielo cubierto por nubes bajas durante casi todo el año.

## ● Factores que influyen en el clima del Perú

Las condiciones climáticas en el mar, la costa, la región andina y la selva en el Perú están influidas por diversos factores físicos, entre los más importantes:

- a. La corriente de Humboldt, corriente oceánica de agua fría, bastante alejada de la costa. Fluye de sur a norte y mantiene baja la temperatura de los estratos superficiales del mar. Este fenómeno restringe la evaporación, provoca una gran estabilidad atmosférica y determina la ausencia de lluvias en la costa.

<sup>4</sup> Lagos 1999.

- b. El Anticiclón del Pacífico sur, región de alta presión ubicada en el océano frente a la costa de Chile. Fluye paralelo a la costa de sur a norte y produce una inversión térmica entre mayo y octubre. En la sierra establece un período seco que se distingue del lluvioso. La alta presión generada, con circulación de vientos de sur a norte, recoge la humedad existente y la lleva a la costa. Ahí se condensa en forma de nubes bajas, las cuales persisten de mayo a octubre y cargan la atmósfera con un alto contenido de humedad.
- c. El afloramiento costero, región cerca de la costa, donde las aguas subsuperficiales son transportadas a la superficie por un movimiento ascendente con duración mínima y removidas por el flujo horizontal.
- d. La cordillera de los Andes, que canaliza los vientos frente y a lo largo de la costa y que impide el transporte de las nubes y vapor de agua del oriente hacia la costa.
- e. La zona de convergencia intertropical, formación de nubes convectivas cumuliformes en forma de bandas debida al calentamiento de la atmósfera por el mar y por el esfuerzo del viento que alinea las bandas en la misma dirección que el viento cerca y paralelo al Ecuador.
- f. La Alta de Bolivia, sistema de circulación anticiclónico de altura (200 nPA), que mediante su reflexión en los niveles medios de la atmósfera (500 nPA) lleva la humedad de la Amazonia del Brasil hacia la selva y sierra del Perú. Esta humedad, en interacción con la baja amazónica y el ascenso de la cordillera de los Andes, genera precipitaciones en la selva y sierra del Perú. La Alta de Bolivia está mejor organizada durante los meses de verano y define la temporada de lluvias.
- g. Las colas de los sistemas frontales. Los sistemas frontales fríos definen la separación entre una masa de aire frío y seco que empuja el aire cálido y húmedo. En el hemisferio sur, estas zonas de alta convergencia en niveles bajos llegan mayormente a las latitudes altas. Sin embargo, en ocasiones (principalmente en otoño, invierno y durante eventos como La Niña), parte de estos sistemas ingresan a latitudes tropicales y generan intensas precipitaciones en la selva sur, sierra sur y sierra y selva central. También producen descensos de temperatura en la selva y sierra sur y en el altiplano se llega a temperaturas bajo cero, lo que ocasiona pérdida de vidas y daños a la agricultura y ganadería.

La oscilación sur "El Niño" (ENSO) altera esta situación al provocar la incursión de aguas tropicales y determinar un fuerte calentamiento de las aguas del mar. El resultado es una fuerte alteración del clima de la costa al cambiar el régimen normal de precipitaciones. Como consecuencia se producen fuertes precipitaciones en la costa norte y sierra central y sequías en la sierra sur. Adicionalmente, se produce el desplazamiento y mortandad de muchas especies marinas.

Las inundaciones y deslizamientos de tierra que acompañan al fenómeno El Niño destruyen la infraestructura y generan accidentes que provocan cientos de víctimas. La sequía causa estragos y afecta a los grupos humanos más pobres del Perú. Cabe anotar que la periodicidad e intensidad de este fenómeno se han visto alteradas en los últimos años.

El mapa I.2.1 de la página siguiente muestra las tres regiones en las que se ha dividido el Perú. La población de estas regiones ha sido estimada con base en el censo nacional de 1993. Para el cálculo de la superficie se ha considerado la geografía y clima de las provincias de cada uno de los departamentos del Perú, por lo que las cifras son aproximadas. Lo mismo ocurre con el cálculo del PBI per cápita, por lo que no son cifras oficiales.

# Mapa I.2.1

## Regiones naturales del Perú



## CUADRO I.2.1 Datos regionales

Región	Población	Superficie (km <sup>2</sup> )	PBI per cápita (US\$)	Principales actividades económicas
Costa	11 378 000	136 370,00	2 377,22	Industrial, pesquera y agropecuaria
Sierra	8 264 000	391 980,00	1 401,30	Agropecuaria y minera
Selva	2 998 000	756 865,60	1 761,01	Minera, servicios y agropecuaria
Total	22 640 000	1 285 215,60	1 939,40	

Fuente: Atlas del Instituto Geográfico Nacional.  
INEI, Censo Nacional 1993.

## I.3 Población

En el Perú, el proceso de explosión demográfica ocurrió entre 1940 y 1965. La población pasó de 7 800 000 habitantes en 1940 a más de 11 467 000 en 1965; es decir, se incrementó en más de 50%. Esto hizo que la tasa anual de crecimiento del 0,8% en la década del cuarenta llegara a cerca del 3,0%. Las principales causas que determinaron estos hechos fueron el rápido y sustancial descenso de la tasa de mortalidad y una tasa de natalidad muy alta (debido a cuestiones culturales y sociales).

La población del Perú fue aproximadamente de 23 130 000 habitantes en el año 1994 y de 24 800 000 en 1998. En 1900 el país tenía 4 000 000 de habitantes y en el año 2000 la cifra alcanzó los 25 662 000.

Sin embargo, la tasa de crecimiento anual ha disminuido: pasó de 2,9% en 1961 a 1,76% en 1998 (de 10 000 000 a 25 700 000 de habitantes). Dicha tendencia es consistente con la tasa de crecimiento poblacional de la región latinoamericana, la cual ha pasado de 2,8% en 1961 a 1,6% en 1998. La población peruana representa el 5% de la población latinoamericana.

Si bien el tamaño de la población infantil se ha estabilizado, la población entre los 15 y 30 años en busca de trabajo seguirá aumentando durante los próximos veinte años y, según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se espera que la población total del Perú alcance los 35 500 000 para el año 2025.

Por otro lado, la población urbana en 1940 era el 35% del total y para 1993 (año en el que se realizó el último censo) esta proporción pasó a ser de 70%. Los principales factores que causaron este proceso fueron la elevada tasa de crecimiento poblacional, la política de industrialización por sustitución de importaciones (que demandaba gran cantidad de mano de obra) y el incremento de las vías de comunicación (especialmente carreteras) que tuvo lugar en la década del cuarenta.

En los años ochenta el terrorismo fue un importante factor de migración de la sierra hacia la costa. Miles de campesinos provenientes de los departamentos de Ayacucho, Huancavelica y Apurímac (puntos focales de este movimiento subversivo) migraron a las principales ciudades de la costa para huir de la ola de violencia generada en la sierra. Otro factor relevante fue el empobrecimiento de las zonas rurales.

La actual tendencia migratoria sugiere que la población de la sierra continuará trasladándose hacia la costa y la selva, regiones que soportarán la presión poblacional durante los próximos años.

## I.4 Recursos naturales<sup>5</sup>

### ● Diversidad biológica

El territorio peruano es considerado uno de los mayores centros de biodiversidad del planeta: se estima en 1200 las variedades existentes de especies silvestres de plantas útiles para diversos fines.

El Perú posee entre 40 000 y 50 000 especies de flora, de las cuales se han descrito apenas la mitad. En la época prehispánica existían más de 155 especies nativas domésticas, lo que convertía al país en el mayor centro de especies domésticas del mundo. Algunas de ellas se han extendido por casi todo el orbe, por ejemplo, la papa, el maíz, el camote, el frijol, el pallar, el zapallo y el tomate.

Se han identificado 460 especies de mamíferos, 1705 especies de aves, 365 especies de reptiles, 315 especies de anfibios y aproximadamente 855 especies de peces. Una parte importante de la fauna peruana es originaria del país: 39,7% de anfibios, 6,58% de aves, 26,3% de reptiles, 9,8% de mamíferos y 4,7% de peces.

También se han domesticado varias especies de fauna silvestre, tales como el poroncoy y el pato amazónico. En la actualidad, el Perú posee el 85% de la población mundial de alpacas y el 30% de la de llamas.

### ● Productos hidrobiológicos

La actividad pesquera depende en más del 99% de la producción de especies marinas y continentales propias del país. El mar consta de dos ecorregiones diferenciadas (el mar frío de la corriente de Humboldt y el mar tropical) que ofrecen condiciones únicas en cuanto a biodiversidad y relevancia económica.

Esta actividad es una importante fuente de recursos económicos para el país. A pesar de que menos de 60 especies marinas son ampliamente aprovechadas para la industria y la alimentación humana (400 000 tm al año de pescado para la costa y sierra y 80 000 tm de pescado para la selva), la pesca permite también la obtención de divisas (exportación de pescado enlatado y congelado, harina y aceite de pescado).

En la sierra, cerca de 12 000 lagos y lagunas altoandinas albergan una gran diversidad de especies. Estos lagos presentan características especiales y tienen potencial para el desarrollo de la acuicultura de peces y anfibios, por ejemplo, las ranas en Junín (*Batrachophrynus spp.*).

Los ecosistemas acuáticos de la ceja de selva albergan una gran diversidad de especies: mamíferos, anfibios, reptiles, peces, aves, etcétera. Éstas son un ingrediente fundamental en la dieta de las poblaciones humanas asentadas en la región. El potencial para el desarrollo de la acuicultura es muy promisorio.

### ● Productos agrícolas y ganaderos

El Perú cuenta con una diversidad de pisos ecológicos, lo que ha hecho posible la domesticación de numerosas especies nativas. Aproximadamente el 65% de la agricultura nacional depende de estos recursos nativos (tubérculos, raíces, granos, cereales, frutales y otros). También se conocen y utilizan cerca de 1600 especies de plantas ornamentales nativas. Sin embargo, muy pocas son económicamente aprovechadas.

Poco menos del 95% de la ganadería nacional depende de recursos forrajeros nativos, como son los pastos naturales y los algarrobales de la costa norte y los pastos naturales altoandinos, que ocupan aproximadamente 18 000 000 ha, casi la mitad de la superficie de la región Puna.

Una parte importante de la ganadería nacional depende de los recursos genéticos nativos: camélidos (alpaca, llama, vicuña) y algunas especies de mamíferos menores y aves (cuy y pato criollo). El Perú posee cerca del 80% de la población mundial de camélidos sudamericanos, lo que representa una posibilidad económica debido al alto valor de su fibra.

<sup>5</sup> INRENA 1997b.

## ● Recurso forestal

El Perú ocupa el segundo lugar en Latinoamérica, después de Brasil, en cuanto a superficie boscosa. Asimismo, es el séptimo en el mundo, con aproximadamente 67 620 000 ha —comprendidas en lo que se denomina ceja de selva, selva alta y selva baja—, lo que equivale al 52,6% de la superficie territorial<sup>6</sup>. Del total de superficie boscosa puede considerarse que 40 560 300 ha constituyen los bosques de producción, con un potencial maderero de 1 680 000 000 m<sup>3</sup>.

Para el año 1998 la superficie reforestada alcanzó 67 625 ha, que representa un acumulado de 605 825 ha reforestadas en el país (véase el anexo 46).

El bosque peruano se distribuye en las zonas tropicales y subtropicales del país y presenta una composición florística compleja y altamente heterogénea que lo diferencia de los bosques de las zonas templadas.

Se estima que en la región de la selva hay más de 2500 especies, de las cuales algo más de 600 ya han sido identificadas. Actualmente se extrae el 10% del total de ellas. Entre las más importantes puede mencionarse las siguientes: cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), moenas (*Aniba spp.*), lagarto caspi (*Calophyllym brasiliensis*), ishpingo (*Amburana cearensis*), lupuna (*Ceiba pentadra*), cumala (*Virola spp.*), azúcar huayo (*Hymenaea spp.*) ulcumano (*Podocarpus utilios*) y recientemente la capirona.

La gran superficie de bosques amazónicos y de tierras aptas para la reforestación representa una ventaja para la actividad forestal en el Perú. En la ceja de selva y llano amazónico existen aún 62 000 000 ha de bosques poco o nada intervenidos (85% de total del área forestal).

De otro lado, en la región andina se ha calculado que existen unas 7 500 000 ha de tierra apta para la reforestación y el 33% es apta para la reforestación productiva.

## ● Suelos

Sólo el 6% de la superficie territorial del Perú (aproximadamente 7 600 000 ha) puede ser utilizado con fines agrícolas. La falta de agua en la costa es el factor que limita la producción efectiva de tierra agrícola. Debido a la escasez relativa de tierra, el desarrollo de la actividad agrícola implica necesariamente el uso y manejo eficiente del suelo (véase el gráfico I.4.1).

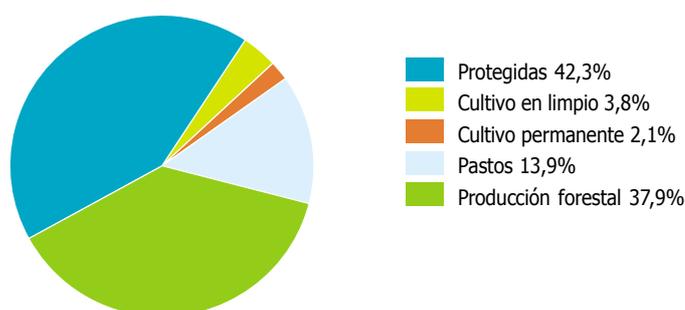
En su mayoría, las tierras peruanas presentan una baja fertilidad natural, son deficientes en nutrientes y tienen un escaso contenido orgánico. Por esta razón, los agricultores deben agregar grandes cantidades de nitrógeno para hacer rentable su actividad. De otro lado, las laderas de fuerte pendiente representan una fracción significativa del terreno agrícola. Sus suelos inestables y poco profundos son muy susceptibles a la erosión hídrica.

Las tierras fértiles peruanas se presentan de manera espontánea y fragmentada a lo largo del territorio nacional como franjas angostas en las riberas de los ríos de las tres regiones naturales. La cordillera de los Andes es la responsable de esta dispersión que provoca importantes diferencias regionales.

### Gráfico I.4.1

Uso de tierras peruanas

Fuente: ONERN 1982b.  
Elaboración propia.



<sup>6</sup> Mapa Forestal INRENA 1995, en INRENA 1997b.

## Minería

El Perú es uno de los países mineros más grandes del mundo. Ocupa el segundo lugar en la producción mundial de plata, el cuarto en la producción de plomo y zinc y el sexto lugar en la producción de cobre. La minería de metales no ferrosos constituye la principal industria de exportación. El Perú es el primer productor de oro en Sudamérica.

La minería se desarrolla en casi todo el territorio nacional, aunque la mayor producción se concentra en el centro y sur del país. Existen, asimismo, importantes yacimientos mineros sin explotar.

## I.5 Aspectos generales de la economía

Las políticas económicas ejecutadas por el gobierno peruano en la década de los noventa contrastan con aquellas practicadas en las décadas inmediatamente precedentes. En efecto, en los años setenta y ochenta la política económica peruana se caracterizó por una fuerte intervención estatal: el Estado peruano intervenía activamente en la actividad productiva y controlaba en forma directa importantes sectores de la economía. Del mismo modo, los precios se veían afectados por un complicado sistema de subsidios y controles. Esta situación se alteró drásticamente a principios de los noventa, cuando se aplicó un programa de reforma estructural que liberalizó los mercados, rebajó los aranceles y privatizó la mayor parte de las empresas públicas.

## Producto bruto interno

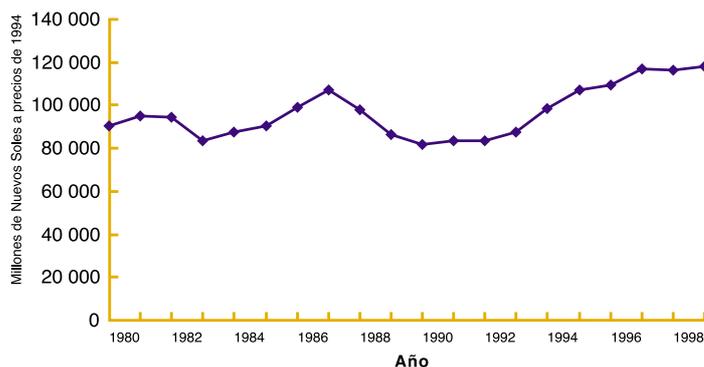
La dinámica de la economía peruana tiene como característica fundamental su marcada inestabilidad. En el gráfico I.5.1 se presentan las violentas fluctuaciones ocurridas en los índices agregados de producción durante los últimos veinte años.

En total, el producto bruto interno (PBI) se redujo en 5,1% durante 1990, creció 2,2% en 1991 y luego cayó a 0,4% en 1992. Aun cuando en el período 1990-1992 el crecimiento fue de 1,7%, en el período 1989-1992 hubo una reducción de 3,5%. A partir de 1993 el PBI creció en promedio 5,36 %, pero en 1998 la variación respecto al año anterior fue de -0,4%, aunque mostró una pequeña recuperación de 1,4% en 1999.

Gráfico I.5.1

Producto bruto interno  
1980-1999  
(Millones de nuevos soles  
a precios de 1994)

Fuente: BCRP 1999.  
Elaboración propia.



En el período 1985-1990 el producto per cápita disminuyó cerca de 22%. Cuando en 1988 colapsó el modelo económico, el país experimentó la primera hiperinflación de su historia.

Durante la década de los noventa la coyuntura económica mejoró notablemente: la producción total se recuperó y superó el nivel alcanzado antes de la crisis mencionada. Esta relativamente rápida recuperación fue posible gracias al favorable contexto internacional y al programa de reforma estructural ejecutado por el gobierno peruano en la década del noventa. Sin embargo, el PBI per cápita aún no se ha recuperado (véase la figura I.5.2).

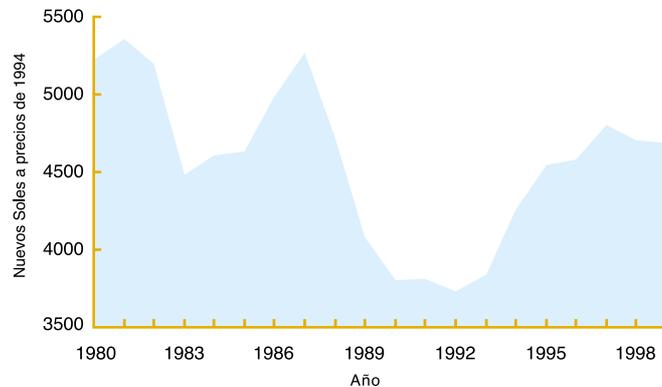
Las cifras de producción del Perú muestran la vulnerabilidad de la economía frente a la variabilidad climática inducida por el fenómeno El Niño. En 1983 y en 1998 los índices agregados de producción registraron el impacto de este fenómeno, que provocó un fuerte descenso en la tasa de producción de los sectores primarios: pesca y agricultura, principalmente. La producción pesquera, por ejemplo, experimentó una caída de 30% en 1983 y de 14% en 1998.

### Gráfico I.5.2

Producto bruto interno por habitante 1980-1999 (Nuevos soles a precios de 1994)

Datos preliminares entre 1997 y 1999.

Fuente: BCRP 1999. Elaboración propia.

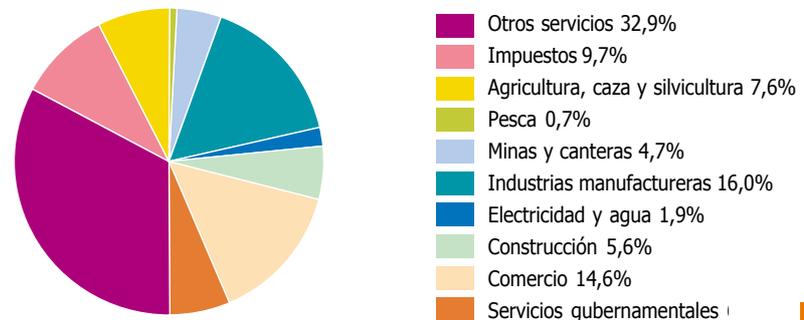


La estructura productiva económica del Perú es dominada por el sector terciario (servicios y comercio). Como puede apreciarse en el gráfico I.5.3, estas actividades representaron casi dos tercios de la producción nacional. Los sectores secundario y primario se reparten equitativamente el tercio restante. En los últimos años esta estructura no ha experimentado variaciones significativas.

### Gráfico I.5.3

Estructura productiva del Perú 1994

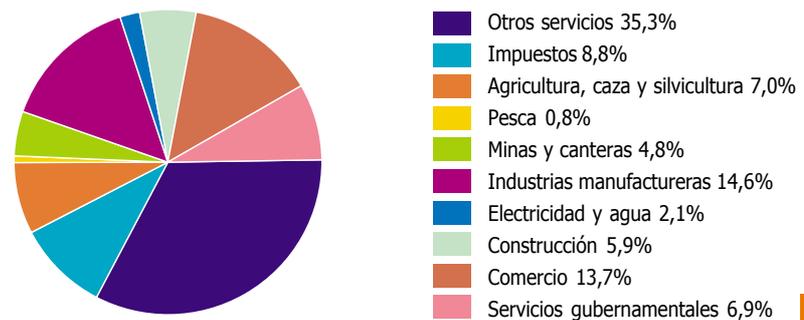
Fuente: INEI, Compendio Estadístico Económico Financiero 2000. Elaboración: MITINCI, Dirección de Estudios Sectoriales.



### Gráfico I.5.4

Estructura productiva del Perú 1999

Fuente: INEI, Compendio Estadístico Económico Financiero 2000. Elaboración: MITINCI, Dirección de Estudios Sectoriales.



**CUADRO I.5.1** Estructura del producto bruto interno por actividad económica (%)  
Precios año 1994

Actividad económica	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Agricultura	7,82	7,97	7,27	7,57	7,60	7,63	7,83	7,74	7,87	8,69
Pesca	0,71	0,53	0,68	0,67	0,72	0,58	0,54	0,49	0,42	0,54
Minería	4,36	4,42	4,48	4,71	4,67	4,49	4,61	4,70	4,99	5,50
Manufactura	15,63	16,12	15,65	15,45	15,97	15,51	15,36	15,16	14,68	14,53
Construcción y vivienda	4,08	4,00	4,11	4,72	5,58	6,03	5,75	6,19	6,26	5,51
Comercio	14,39	14,50	14,44	14,14	14,57	15,06	14,83	14,97	14,57	14,13
Servicios no especificados	53,00	52,46	53,37	52,74	50,89	50,70	51,09	50,75	51,22	51,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: BCRP 1999.  
Elaboración propia.

## Sector energía

Entre 1994 y 1998 el consumo per cápita de energía en el Perú creció a un ritmo promedio anual de 1,5%. En el mismo período, se produjeron importantes mejoras tecnológicas y de gestión que provocaron una reducción de la intensidad energética<sup>7</sup> del país a partir de 1996.

**CUADRO I.5.2** Consumo de energía per cápita e intensidad energética 1990-1998

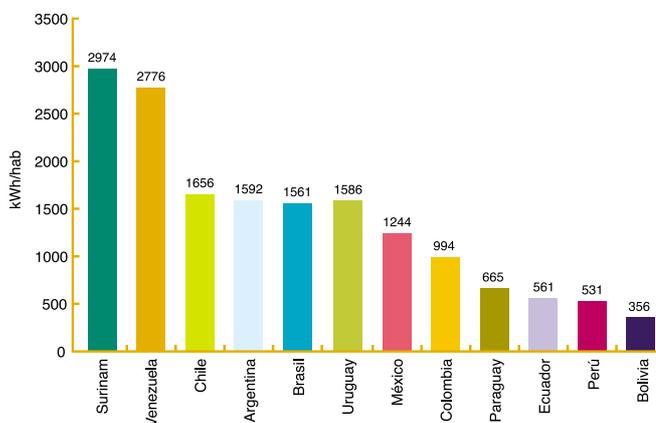
Año	Consumo de energía per cápita (TEP/habitante)	Intensidad energética (TEP/millones de US\$ 1980)
1990	0,467	552
1991	0,461	541
1992	0,450	542
1993	0,458	528
1994	0,471	488
1995	0,501	492
1996	0,514	514
1997	0,509	471
1998	0,499	472

Fuente: MEM-OTERG 1998.  
Elaboración propia

El Perú es uno de los países de América Latina con menor consumo per cápita de energía. Los países del Cono Sur (Chile, Argentina, Brasil y Uruguay) consumieron en promedio tres veces más energía que el Perú.

### Gráfico I.5.5

Consumo per cápita de energía eléctrica en algunos países de América Latina (kWh/hab) 1997



<sup>7</sup> Consumo de energía por cada millón de dólares de PBI.

Entre 1994 y 1998 el consumo total de energía (incluidos electricidad y combustibles) creció a un ritmo promedio anual de 3,2%, lo cual implicará un fuerte crecimiento del consumo de energía entre los años 2001 y 2012. En el mismo período, el consumo de energía comercial en los distintos sectores económicos sufrió un incremento (véase el cuadro I.5.4).

**CUADRO I.5.3** Consumo final total de energía 1994 y 1998 (Miles de TEP)

Año	Primaria*	Secundaria*	Total
1994	4107	6786	10 893
1998	4404	7961	12 365

Fuente: MEM-OTERG 1970-94 y MEM-OTERG 1998.

\*Energía primaria es aquella que se emplea tal y como se obtiene de la naturaleza, mientras que la energía secundaria es el resultado de la transformación de la primaria.

**CUADRO I.5.4** Consumo de energía comercial\* por sectores 1994 y 1998 (Miles de TEP)

Año	Residencial y comercial	Público	Transporte	Agropecuario y agroindustrial	Pesquería	Minero metalúrgico	Industrial
1994	1330	248	2812	217	543	529	1145
1998	1627	321	3304	278	300	967	1419

Fuente: MEM-OTERG 1970-94, MEM-OTERG 1998.

\* Energías comerciales son todas aquellas que están en el mercado.

Se excluyen leña, bosta y yareta, más vinculadas a una economía de trueque.

**CUADRO I.5.5** Evolución del consumo de energía\* por sectores 1990-1998 (Miles de TEP)

Año	Residencial y comercial	Público	Transporte	Agropecuario y agroindustrial	Pesquería	Minero metalúrgico	Industrial
1990	4419	288	2499	230	218	658	1527
1991	4258	243	2233	225	284	774	1858
1992	4524	282	2388	168	348	666	1458
1993	4480	262	2454	200	437	624	1628
1994	4509	248	2812	217	543	529	1614
1995	4682	290	3056	265	489	807	1739
1996	4809	349	3256	280	560	880	1877
1997	4859	306	3309	293	472	876	1898
1998	4974	321	3304	278	300	967	1915

Fuente: MEM-OTERG 1998.

\*Incluye energías comerciales y no comerciales.

Desde octubre del año 2000, el Perú cuenta con un sistema interconectado nacional (interconexión del Sistema Interconectado Centro Norte —SICN— y el Sistema Interconectado Sur —SINSUR—). Además, tiene una gran cantidad de sistemas eléctricos aislados, divididos entre sistemas mayores y menores. El SICN posee una potencia instalada que equivale aproximadamente al 60% del total nacional. Al SINSUR le corresponde el 14% y a los sistemas aislados, en conjunto, el 26%.

La potencia hidráulica instalada en el Perú representa el 47% del total nacional (5742 MW). La generación hídrica tiene una significativa presencia en la estructura energética peruana<sup>8</sup>. En 1999 se produjeron 14 541 GWh hidro (76%

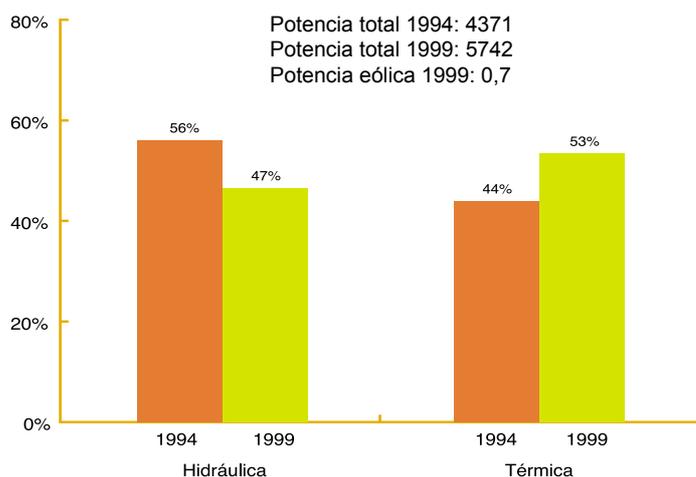
<sup>8</sup> El potencial hidroeléctrico peruano ha sido estimado en 58 000 MW; en la actualidad sólo se explota alrededor del 4%.

de la energía eléctrica producida en el país). El Perú tiene un importante potencial para pequeñas centrales hidráulicas (PCH); éstas podrían construirse en la vertiente oriental de los Andes, ya que en esas regiones el caudal de agua presenta un régimen más estable y sus niveles de caída son suficientes para su conversión rentable en electricidad.

Las centrales térmicas de Ventanilla (549 MW) y de Ilo (258 MW) son las más grandes del país entre las que queman combustible. La de Ilo funciona a carbón y no cuenta con un sistema de tratamiento para SO<sub>2</sub> y NOx. El Perú no genera electricidad con centrales nucleares.

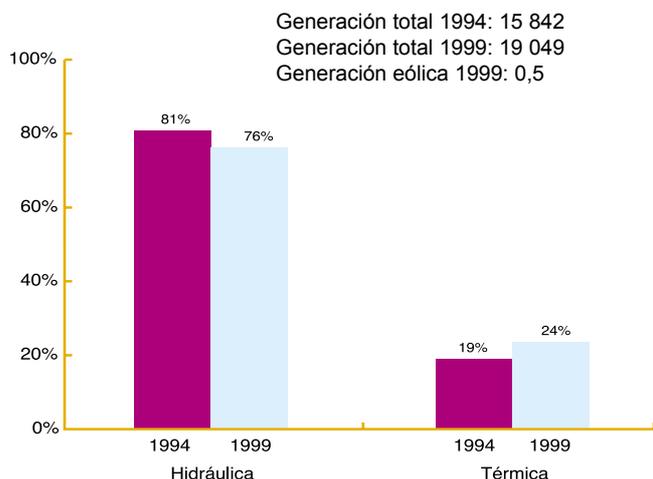
### Gráfico I.5.6

Potencia instalada de las centrales eléctricas (MW) 1994 y 1999



### Gráfico I.5.7

Generación de las centrales eléctricas (GWh) 1994 y 1999



En el Perú, la oferta comercial de energía de tipo térmico se basa principalmente en la utilización de petróleo, a pesar de la escasa participación de los hidrocarburos en las reservas energéticas del país. Por esta razón, es predecible un cambio en esta estructura. Existen planes para desarrollar las reservas de los recursos energéticos más abundantes, especialmente aquellas derivadas del gas natural (50% de las reservas totales).

CUADRO I.5.6

Reservas y consumo de energéticos 1997 (Porcentajes)

	Uranio	Carbón mineral	Petróleo	Hidroelectricidad	Gas y GLP	Total
Reservas	4,5	8,4	9,6	30,6	46,9	100
Consumo	0,0	0,5	79,7	17,0	2,8	100

Fuentes: CONAM-MEM 1997, MEM-OTERG 1970-94 y MEM-OTERG 1997a.

El cuadro I.5.7 muestra las reservas probadas de gas natural en los años 1994 y 1999.

CUADRO I.5.7

Reservas probadas de gas natural. Comparación entre 1994 y 1999 (Miles de millones de metros cúbicos)

Año	Desarrolladas	No desarrolladas	Total
1994	4 041	195 478	199 519
1999	14 897	229 296	244 193

Fuente: MEM 1999.

Mientras tanto, la producción del gas natural entre 1990 y 1999, según la región geográfica, fue la siguiente:

CUADRO I.5.8

Producción de gas natural 1990-1999 (Millones de metros cúbicos)

Año	Costa	Zócalo	Selva	Total	% de crecimiento
1990	308	707	62	1078	-4,3
1991	312	649	52	1012	-6,1
1992	262	583	68	913	-9,8
1993	260	618	82	960	5,2
1994	253	656	94	1003	4,4
1995	260	650	90	1000	-0,2
1996	232	641	111	984	-1,7
1997	232	725	110	1067	8,4
1998	240	716	462	1417	32,9
1999*	261	668	655	1584	11,7

\*Preliminar.

Fuente: MEM 1998.

Las reservas probadas de petróleo entre 1994 y 1999 fueron:

CUADRO I.5.9

Reservas probadas de petróleo 1994 y 1999 (Miles de metros cúbicos)

Año	Desarrolladas	No desarrolladas	Áreas no asignadas	Total
1994	43 240	17 671	1168	62 079
1999	37 600	11 652	0	49 252

Fuente: MEM.

Por su parte, la producción de petróleo crudo (en miles de metros cúbicos) en los años 1994, 1998 y 1999 fue, según regiones geográficas:

**CUADRO I.5.10** Producción de petróleo crudo según regiones geográficas 1994, 1998 y 1999 (Miles de metros cúbicos)

Año	Costa	Zócalo	Selva	Total
1994	1369	1108	4910	7387
1998	1228	914	4565	6707
1999*	1198	818	4131	6147

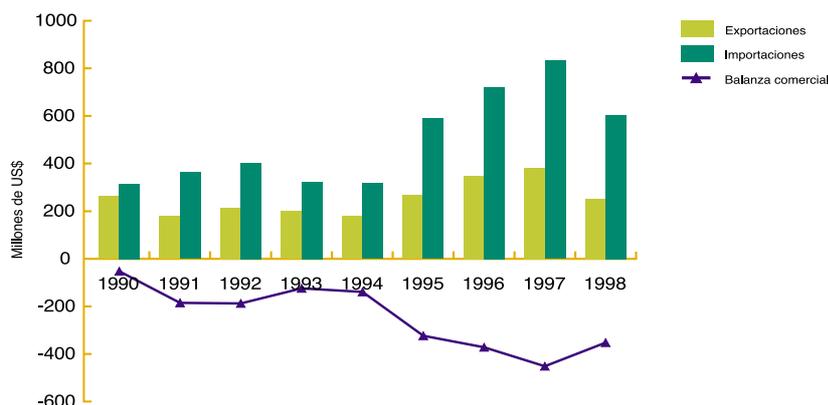
\* Preliminar.  
Fuente: MEM 1997b.

De seguir el ritmo actual de extracción de petróleo<sup>9</sup> (108 000 barriles diarios), dichas reservas se consumirán completamente antes del año 2005<sup>10</sup>. Hay que tener presente que el Perú tiene 18 cuencas sedimentarias de filiación hidrocarburífera y que sólo las cuencas Tumbes-Progreso y Talara han sido intensamente explotadas. Otras cuencas son las del Marañón (804 000 000 barriles de petróleo), Ucayali, campos de Maquía y Agua Caliente. A partir de 1988 la balanza comercial de hidrocarburos se tornó deficitaria debido a la declinación continua de la producción nacional, el crecimiento de la demanda interna y la expansión del consumo de diesel.

### Gráfico I.5.8

#### Balanza comercial de hidrocarburos

Fuente: BCRP 1999.  
Elaboración propia.



Actualmente, la capacidad de refinación petrolera en el Perú es de 193 000 barriles diarios.

La biomasa leñosa constituye una fuente de energía de muy alto consumo (30% del consumo total de energía). Sin embargo, su uso es bastante ineficiente pues sólo se emplea el 7% de la energía que contiene.

La energía solar es un recurso abundante en el territorio peruano, especialmente en las regiones andinas. También existe potencial en la costa norte y selva del Perú. Los usos de la energía solar se dan en mayor o menor grado en tres tecnologías: electricidad fotovoltaica (FV), colectores solares y secadores de productos agrícolas.

La tecnología FV en el Perú cuenta con instalaciones con un potencial de generación de aproximadamente 3 MW<sup>11</sup>. Se trata de un mercado todavía pequeño pero que muestra un notable dinamismo. Varias empresas están comercializando equipos FV en todo el país y las ventas aumentan a un ritmo sostenido. La electricidad FV aparece como la mejor y, a veces, la única alternativa para electrificar localidades aisladas en el territorio. Actualmente los costos de esta tecnología son todavía muy altos (MEM-CER-UNI 1996).

<sup>9</sup> MEM 1999.

<sup>10</sup> Sin considerar reposición de reservas.

<sup>11</sup> Según los informes de importación de SUNAD.

Los colectores solares (o termas solares) se emplean para el calentamiento de agua para consumo humano o industrial. En Arequipa (ciudad al sur del país) las termas solares de construcción local gozan de gran difusión desde hace sesenta años. Actualmente hay unos 20 000 domicilios con termas solares en esa ciudad. Estos equipos se están difundiendo en todo el país, especialmente en las instalaciones que albergan gran número de personas. Incluso se está importando termas solares debido a su creciente demanda. Una terma solar domiciliaria de fabricación nacional (120 litros) cuesta, con instalación incluida, unos US\$ 800 (MEM-CER-UNI 1996).

La difusión de los secadores solares de alimentos se limita a los valles de Urubamba y Paruro (en el Cusco) y a la sierra de Tacna y Moquegua. En esas localidades se desarrolló previamente una experiencia piloto entre 1983 y 1988. Una vez concluido el proyecto, los secadores solares continuaron difundándose entre los usuarios rurales, lo que pone en evidencia la aceptación social de dicha tecnología y, por lo tanto, su condición social y económicamente sostenible (MEM-CER-UNI 1996).

En el Perú se utilizan dos tecnologías para producir energía eólica: los molinos para bombeo de agua y la aerogeneración de electricidad. La tecnología de bombeo eólico está instalada en el país desde hace muchos años, especialmente en regiones donde hay necesidad de bombear el agua del río para irrigar las tierras agrícolas que se encuentran a mayor altura. Esta tecnología logró un notable avance en los años setenta; sin embargo, en la actualidad se encuentra en retroceso debido a la presencia de otras formas alternativas más funcionales (motores eléctricos y canales para riego por gravedad).

En lo que respecta a la aerogeneración eléctrica, en San Juan de Marcona-Nasca, en el departamento de Ica, hay una turbina de fabricación danesa (Mikon) de una potencia de 450 kW y otra de 250 kW en Malabrigo (norte de Trujillo), conectada a la red pública de electricidad.

Finalmente, una energía renovable de gran interés para el país es la geotérmica. En el Perú se han identificado siete regiones geotérmicas. La más promisoría es la del extremo sur colindante con Chile. En 1997 se promulgó una ley de promoción geotermal, pero a pesar de que nuestro país tiene una perspectiva muy favorable para desarrollar estos recursos, aún no ha dado resultados.

## ● Sector transporte

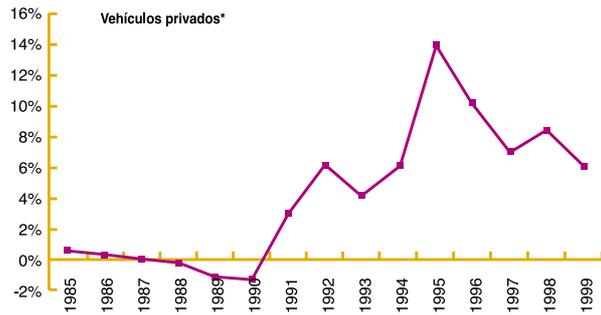
En 1998 el parque automotor peruano rebasó el millón de unidades. A partir de 1991 la tasa de motorización, que se había mantenido estable en las décadas del setenta y ochenta, se elevó de 28,1 vehículos por cada mil habitantes en 1990 a 42,6 vehículos en 1998.

Los elevados índices de emisión de los vehículos se deben a la antigüedad de la flota (15 años promedio) y al mal mantenimiento de la misma, que no permite un uso más eficiente de los combustibles. En las principales ciudades del país, en especial en Lima Metropolitana, todavía operan vehículos de la década del cincuenta. La antigüedad promedio de los vehículos es de 15 años para los automóviles, de 9 para las camionetas rurales, de 15 para los buses de servicio urbano de pasajeros, de 9 para los buses del servicio interprovincial de pasajeros y de 15 para camiones.

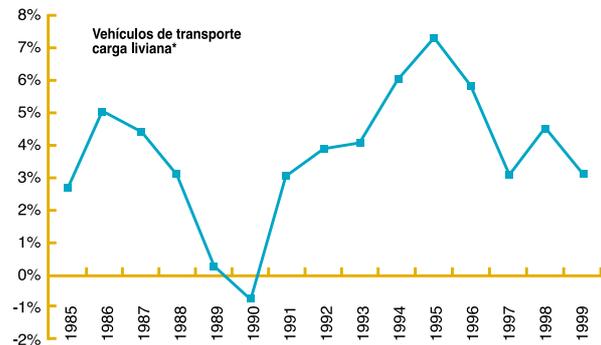
### Gráfico I.5.9

Crecimiento del parque automotor nacional por tipo de vehículo 1985-1998

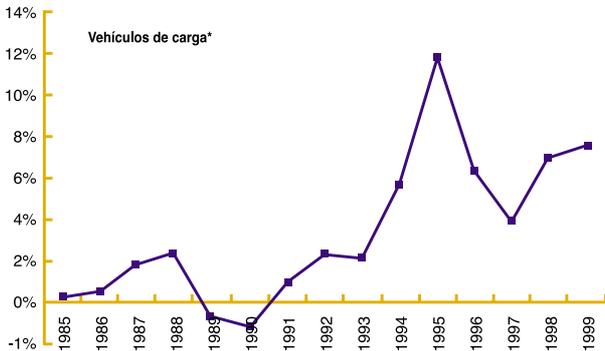
Fuente: INEI, Compendio Estadístico Económico Financiero 2000.  
Elaboración: MITINCI, Dirección de Estudios Sectoriales.



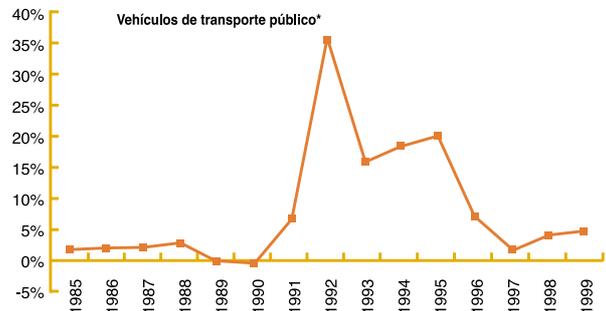
\* Incluye automóviles y station wagon.



\* Incluye camionetas panel y pickup.



\* Incluye camiones, remolque y semirremolques.



\* Incluye camionetas rurales (combis) y buses.

En el año 2000, el Instituto Metropolitano de Planificación registró en Lima Metropolitana 8 500 000 viajes de transporte público por día. Esto evidencia un gran potencial para la aplicación de sistemas de transporte rápido masivo de pasajeros que permitan el traslado eficiente de personas y desincentiven el uso del automóvil privado.

La infraestructura vial del país favorece la circulación de automóviles privados y no otorga prioridad al uso de vehículos de servicio público. La ciudad de Lima dispone de algunas vías con carriles exclusivos para ómnibus, pero la saturación de rutas imposibilita su adecuado uso. El empleo de ciclovías en Lima es muy restringido, aunque están en ejecución algunos programas con financiamiento del Banco Mundial.

El transporte ferroviario en el Perú no está muy desarrollado. La limitada infraestructura existente se vincula estrechamente al sector minero. La red ferroviaria nacional tiene una extensión de 2200 km, no se encuentra electrificada y utiliza diesel como combustible.

CUADRO I.5.11 Red ferroviaria por tipo de línea según empresa y tramo 1996 (En km)

Empresa y tramo	Línea principal	Línea secundaria	Total
FERROVÍA CENTRAL ANDINA	559	92	651
Callao-Huancayo	347	33	
La Oroya-Cerro de Pasco	132	55	
Pachacayo-Chaucha	80	4	
FERROCARRIL HUANCAYO-HUANCAVELICA	129	0	129
Huancayo-Huancavelica	129	0	
FERROCARRIL TRASANDINO	1027	14	1041
Matarani-Cusco	855	0	
Cusco-Quillabamba	172	14	
ENAPU	60	0	60
Tacna-Arica	60	0	
SOUTHERN PERU COPPER CO.	186	54	240
Toquepala-Ilo	186	54	
Total	1961	160	2121

Fuente: INEI 1997.

Para el transporte acuático se utiliza principalmente diesel y petróleo residual. En el Perú, este transporte se desarrolla principalmente por mar y en menor proporción por los ríos navegables de la región amazónica.

El transporte lacustre se circunscribe en el Perú al lago Titicaca y representa un medio de gran importancia en el transporte de pasajeros y carga internacional hacia Bolivia.

El transporte aéreo emplea combustible turbo. En el período 1986-1996 se registró un incremento considerable en el número de pasajeros transportados por esa vía. En el ámbito nacional el crecimiento ha sido de 38% y en el internacional de 112%. Estas cifras se explican en gran medida por el incremento del turismo interno y externo.

Por otro lado, el transporte aéreo nacional de carga disminuyó en ese mismo período en 13%, lo que indica la preferencia por otros medios de transporte de menor costo (esencialmente camiones). Sin embargo, el transporte aéreo internacional de carga sí ha tenido un importante aumento (54%) en el período 1986-1996.

CUADRO I.5.12 Tráfico aéreo nacional e internacional de carga y pasajeros 1986 y 1996

Ámbito de operación	Tráfico de pasajeros (Miles)		Tráfico de carga (Miles de tm)	
	1986	1996	1986	1996
Nacional	2082	2876	42	37
Internacional	724	1537	44	68
Total	2806	4413	86	105

Fuente: INEI 1997.

## ● Sector agropecuario y forestería

Los cultivos más importantes del Perú (caña de azúcar, algodón y arroz) se localizan en la franja costera. Desde principios del siglo XX, en esta región se practica una agricultura de irrigación relativamente tecnificada.

La agricultura tradicional tiene lugar en la sierra. Los cultivos más importantes de esta región son la papa, el maíz amiláceo, la cebada y la alfalfa. Gran parte de la agricultura en esta región se realiza en laderas. Las prácticas inadecuadas de cultivo, aunadas al sobrepastoreo y la deforestación, han llevado a un grave problema de erosión. En esta región se concentra el 72% de la superficie con problemas de erosión severa (5 800 000 ha).

En la región amazónica la actividad agrícola es sumamente restringida. Los cultivos más importantes son el café, el cacao, la yuca, el plátano y la papaya. Por su extensión y sus repercusiones ambientales, no se puede dejar de mencionar el cultivo ilegal de la coca. Éste tiene lugar en la selva alta del departamento de San Martín. Según el especialista Marc Dourojeanni, dicho cultivo ha producido un mal ambiental acumulado en aproximadamente 700 000 ha de bosque amazónico (Urrelo 1997).

La actividad pecuaria más importante en la costa se basa en la avicultura. Un clima propicio, los bajos costos de mantener un ambiente apropiado, la abundancia de proteína animal (harina de pescado) y las condiciones naturales favorecen esta actividad. El ganado caprino en especial tiene una presencia notoria en la costa norte, pero su crianza extensiva tiene impactos ambientales negativos.

La ganadería serrana se caracteriza por la crianza de camélidos nativos (alpacas, llamas). Asimismo, hay una importante presencia de ganado ovino en la sierra central y sur y se cuenta con cuencas lecheras activas en Arequipa y Cajamarca.

**CUADRO I.5.13** Población pecuaria en el Perú 1985-1997 (Miles de unidades)

Año	Alpaca	Caprino	Llama	Ovino	Porcino	Vacuno
1979	2359	1869	1183	13 706	2102	4299
1980	2373	1699	1152	13 572	2108	4239
1981	2401	1626	1138	14 022	2139	4289
1982	2473	1676	1133	14 164	2194	4264
1983	2434	1650	1037	12 819	2103	4030
1984	2513	1646	1027	12 541	2160	4090
1985	2459	1685	1043	12 787	2199	4110
1986	2596	1233	1083	12 876	2238	4172
1987	2669	1769	1058	13 075	2312	4161
1988	2755	1785	1061	12 922	2376	4174
1989	2749	1771	1070	12 970	2434	4214
1990	2688	1723	1071	12 394	2399	4096
1991	2707	1748	1047	12 296	2417	4058
1992	2697	1778	1029	12 132	2393	4000
1993	2685	1744	1020	11 773	2320	3955
1994	2721	1790	1053	12 160	2442	4062
1995	2755	2044	1074	12 570	2401	4513
1996	2663	2023	1123	12 713	2533	4620
1997	2676	2048	1120	13 108	2481	4560
1998	2720	2019	1087	13 566	2531	4657
1999	3026	2068	1121	14 297	2788	4903

Fuente: MINAG, Oficina de Información Agraria, Producción pecuaria 1999.

La actividad forestal (industrial y comercial) en la costa es bastante reducida; además, enfrenta problemas de tala ilícita e incendios forestales. En esta región se produce el aprovechamiento y manejo de productos forestales diferentes a la madera como carrizo, junco, caña brava, algarrobo (*Prosopis pallida*), etcétera. Otras especies de importancia forestal localizadas en la costa son el zapote (*Capparis scabrigo*), el guayacán (*Tabebuia chrysantha*) y el faique (*Acacia macracantha*)

La actividad forestal de la sierra se basa en las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), las cuales se encuentran en linderos de parcelas de cultivo de propiedad privada y en rodales o pequeños bosquesillos en terrenos de propiedad comunal. La extensión aprovechable de estas plantaciones se estima en 100 000 ha. Los departamentos con mayores masas boscosas son Puno, Cajamarca, Apurímac, Junín y Ancash.

Otras especies de importancia localizadas en la sierra son el queñual (*Polylepis incana*), el ccolle (*Buddleja sp.*), el aliso (*Alnus sp.*), el pajuro (*Erythrina edulis*) y el sauco (*Sambucus peruvianum*).

Es preciso mencionar la pérdida de bosques altoandinos debido a la sobreexplotación. En algunos casos quedan relictos como los bosques de queñuales, localizados entre los 3000 a 4500 msnm.

En la selva, la actividad forestal puede tener un futuro promisorio; sin embargo, ésta aún no se desarrolla al nivel esperado. La enorme heterogeneidad del bosque húmedo tropical, las dificultades de transporte, los problemas de seguridad y las carencias tecnológicas explican tal situación. Los bosques madereros más importantes son Pucallpa, Iquitos, la región de Chanchamayo, Madre de Dios y Tarapoto. Alrededor de estos centros poblados amazónicos se presentan los tipos de bosques que figuran en el cuadro I.5.14.

**CUADRO I.5.14** Principales tipos de bosques de zonas amazónicas del Perú

Tipo de bosque	Extensión	
	Miles de ha	%
Bosque subhúmedo de montañas	22,5	0,02
Bosque húmedo de llanura meándrica	3 690,2	2,87
Bosque húmedo de terrazas bajas	1 754,9	1,37
Bosque húmedo de terrazas altas	1 297,7	1,01
Bosque húmedo de colinas bajas	28 558,2	22,22
Bosque húmedo de colinas altas	1 851,5	1,44
Bosque húmedo de montañas	15 051,8	11,71
Pantanos	5 043,4	3,92
Aguajales <sup>1</sup>	1 415,1	1,10
Sabana hidromórfica	7,8	0,01
Pacales <sup>2</sup>	3 997,8	3,11
Áreas deforestadas	6 948,2	5,41
<b>Total</b>	<b>69 639,1</b>	<b>54,19</b>

Fuente: INRENA 1997.

<sup>1</sup> aguajales: palmera de pantanos llamada aguaje (*Mauritia sp.*).

<sup>2</sup> Pacal: bambú silvestre llamado paca (*Guadua sp.*).

Debido principalmente a la presión de la agricultura migratoria, todos los años se deforesta una extensión considerable de la región amazónica, con un proceso que atraviesa tres etapas: tala, desbroce de vegetación baja y quema.

Según cálculos realizados en 1996 por el INRENA sobre la base de la interpretación de imágenes satelitales que abarcan desde 1983 hasta 1991, se estima que en 1990 la deforestación en el Perú llegaba a las 6 900 000 ha y que el promedio anual de la deforestación entre 1985 y 1990 fue de 261 000 ha. El estudio sugiere que este ritmo de deforestación anual habría llevado a que en el año 2000 la deforestación alcance las 9 600 000 ha. Sin embargo, en opinión de expertos locales, debido a la recesión que atraviesa el país esta proyección sobrestima la deforestación. En el actual contexto económico, incluso la deforestación tiene costos prohibitivos para los campesinos.

Los anexos 46, 47 y 48 muestran información actualizada sobre la superficie reforestada por departamento y región natural, además de estadísticas sobre la producción de productos maderables y no maderables para el año 1998.

## ● Sector industrial

Las ramas más importantes de la industria manufacturera que generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son la alimenticia, la industria metálica básica y la industria textil. Éstas representan en conjunto el 64% del producto manufacturero (véase los cuadros adjuntos).

**CUADRO I.5.15** Valor bruto de la producción en la industria 1994 (Miles de US\$)

Descripción	Lima y Callao	%	Resto país	%
Textiles	937 365	8	292 536	6
Curtiembres y producción de cuero	193 106	2	33 663	1
Productos químicos	1 465 450	13	81 530	2
Productos de caucho y plástico	646 317	6	35 950	1
Fabricación de minerales no metálicos	450 222	4	276 527	6
Fabricación de metales comunes	360 333	3	1 513 620	33
Otros	7 175 207	64	2 361 661	51
<b>Total VBP industrial</b>	<b>11 228 000</b>	<b>100</b>	<b>4 595 487</b>	<b>100</b>

Fuente: MITINCI 1994.  
Elaboración propia.

**CUADRO I.5.16** Indicadores del sector industrial (Porcentajes)

Indicador	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PBI industrial (variación %)	16,6	5,4	1,5	5,3	-3,6	0,3
Uso capacidad instalada	53,5	56,9	58,1	61,2	58,8	58,3
Exportaciones (millones de US\$) (sólo manufacturas no primarias)	788,1	936,0	1055,2	1415,9	1447,7	1277,4
Textiles	395,8	437,8	455,4	569,9	535,2	574,9
Otros	392,3	498,2	599,9	846,0	912,5	702,5

Elaboración: MITINCI, Dirección de Estudios Sectoriales, con base en información del BCRP, MITINCI y SUNAD.

## ● Consumo de energía

En el cuadro I.5.17 puede apreciarse el comportamiento del consumo energético de este sector según el Balance Nacional de Energía.

**CUADRO I.5.17** Consumo de energía del sector industrial

Miles de TEP	A ñ o s				
	1990	1993	1995	1997	1998
<b>ENERGÍA PRIMARIA</b>					
Carbón mineral	49	230	226	267	254
Leña	445	463	476	489	496
<b>Total</b>	<b>494</b>	<b>693</b>	<b>702</b>	<b>756</b>	<b>750</b>
<b>ENERGÍA SECUNDARIA</b>					
Gas licuado			4		5
Gasolina motor	3	6	5		0
Kerosene	1	31	25	26	27
Diesel	95	167	146	160	157
Petróleo industrial	560	380	476	520	513
Gas natural	28	2			0
Gas industrial	9	19	24	25	20
Electricidad	337	330	357	411	442
<b>Total</b>	<b>1033</b>	<b>935</b>	<b>1037</b>	<b>1142</b>	<b>1165</b>
<b>TOTAL ENERGÍA</b>	<b>1527</b>	<b>1628</b>	<b>1739</b>	<b>1898</b>	<b>1915</b>

Fuente: MEM-OTERG, 1998.

Las ramas industriales que más consumen energía son las cementeras y las industrias de alimentos y bebidas. El balance nacional de energía útil de 1985 indica que aproximadamente el 20% de la energía secundaria consumida por el sector industrial manufacturero se destina a procesos de mediana temperatura (generación de vapor a través de calderas). Entre las principales empresas que generan vapor para sus procesos productivos podemos señalar a las pesqueras, textiles, azucareras, papeleras, sustancias químicas, etcétera.

Para obtener información primaria del estado del parque nacional de calderas se realizó una encuesta nacional, oficializada mediante RM 084-200-ITINCI/DM del 5 de julio de 2000.

Los principales resultados de dicha encuesta son:

- Empresas que respondieron la encuesta: 362.
- Calderas registradas: 1134.
- Antigüedad promedio de caldera: 21 años.
- Principales combustibles: residual 500, diesel 2.

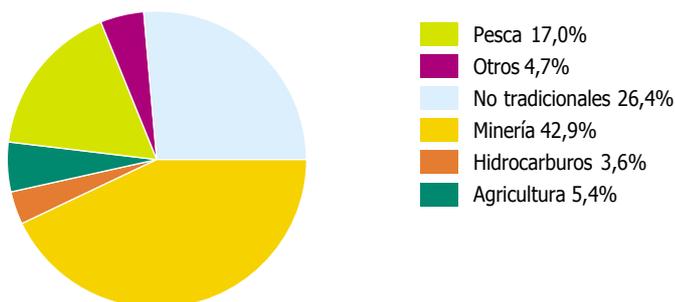
## ● Exportaciones

El Perú es un país exportador de materias primas. La mayor parte de la producción del sector minero y pesquero se vende en los mercados extranjeros. En el gráfico I.5.10 podemos apreciar la estructura porcentual de las exportaciones peruanas. Para facilitar la lectura de los gráficos I.5.10 y I.5.11, los sectores considerados tradicionales son minería, pesquería, agricultura e hidrocarburos. El resto de sectores están agrupados en no tradicionales y otros.

### Gráfico I.5.10

Exportaciones por grupo de productos 1994

Fuente: BCRP 1999.  
Elaboración propia.

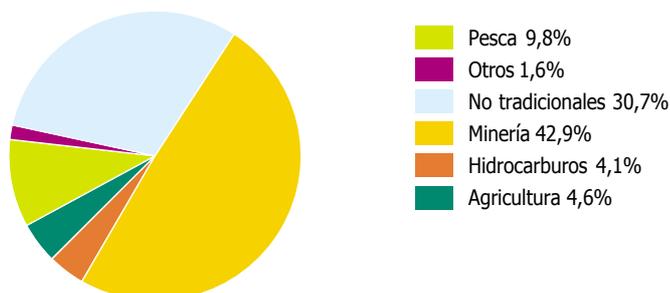


La estructura porcentual de las exportaciones cambió en 1999. Hubo un incremento de más del 4% en las exportaciones no tradicionales y una ligera disminución de casi 1% en el rubro de las exportaciones tradicionales.

### Gráfico I.5.11

Exportaciones por grupo de productos 1999

Fuente: BCRP 1999.  
Elaboración propia.



Puede apreciarse que las exportaciones tradicionales para 1999 (67,7% de las exportaciones totales) pertenecen a sectores directamente relacionados con el cambio climático.

En 1999 la participación de los productos pesqueros en el total de exportaciones disminuyó 7% en comparación a 1994, año en el que llegó a 17%, debido principalmente a que aún no ha sido posible una total recuperación luego de la última manifestación del fenómeno El Niño en 1998. Actualmente el Perú ocupa el segundo lugar en la exportación mundial de harina de pescado; el primer lugar lo ocupa China.

## ● Economía y pobreza

La crisis económica de finales de los ochenta y las medidas de ajuste de principios de los noventa han tenido un alto costo social, difícil de observar en toda su magnitud con los indicadores económicos tradicionales. Es necesario, por lo tanto, considerar otros indicadores complementarios tales como la evolución de la pobreza.

Según las Encuestas Nacionales sobre Niveles de Vida (ENNIV) de 1985-86, 1991 y 1994, el porcentaje de la población por debajo de la línea de pobreza pasó de un 42% en 1985 a 57,4% en 1991, y bajó en 1994 a 53,4% y en 1997 a 50,7%. Se estima que para el año 2000 la línea de pobreza alcanzará 54,11%. La extrema pobreza, a su vez, pasó de un 18% en 1985 a un 26,8% en 1991, y bajó luego a 19% en 1994. En 1997 el 14,7% de la población vivía en estas condiciones y en el 2000, el 14,8%.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el balance de las reformas sobre el crecimiento, el empleo y la reducción de la pobreza ha sido positivo. Concluye, asimismo, que los países que han tenido mejores resultados son aquellos que aplicaron las reformas de manera más agresiva.

Si bien en el Perú el desempleo absoluto o "abierto" no es tan alto como podría esperarse (entre 8 y 9% en 1994), el problema en sí es el subempleo en el que se encontraba el 62% de la población económicamente activa (PEA) en 1994. Se ha definido el subempleo como el trabajo de más de 35 horas semanales con un ingreso inferior al salario mínimo vital (aproximadamente US\$ 100 mensuales).

De acuerdo a datos oficiales (Ministerio de Trabajo y Promoción Social), en 1999 el 8,0% de la PEA estaba desempleada y el 43,5% subempleada.

## ● Perú: Estado del desarrollo humano

En 1998, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) elaboró el índice de desarrollo humano (IDH), que utiliza los siguientes factores: tasa de esperanza de vida, tasa de alfabetización adulta, tasa de matriculación combinada<sup>12</sup> e ingreso per cápita ajustado. El índice resultante sirve para comparar el desarrollo humano en los países.

Según este índice, el Perú se encuentra en el puesto ochenta. El primer puesto lo ocupa Canadá y el segundo Noruega, seguidos por EE.UU., Australia e Islandia. El primer país latinoamericano de esta lista es Argentina (lugar 35), el segundo Chile (lugar 38) y el tercero Uruguay (lugar 39). Otros países comparables con el Perú, como Ecuador y Bolivia, se ubican en los puestos 91 y 114 respectivamente. Tal clasificación coloca al Perú en la categoría de desarrollo humano medio.

Dos componentes importantes del IDH son la esperanza de vida al nacer y la tasa de alfabetización a partir de los 15 años. Ambos colocan al Perú ligeramente por debajo del promedio de América Latina y el Caribe, pero más arriba del promedio mundial.

Según el Índice de Pobreza Humana (IPH-1) construido por el PNUD, el Perú tuvo un IPH-1 de 16,5%, mientras que Chile, Ecuador y Bolivia tuvieron un IPH-1 de 4,7%, 16,8% y 17,4% respectivamente.

<sup>12</sup> De acuerdo a la metodología del PNUD para la determinación de los Índices de Desarrollo Humano, el componente de educación viene dado por la tasa de matriculación primaria. Esta tasa es una combinación y ponderación de la tasa bruta de matriculación primaria, secundaria y terciaria combinada y la tasa de alfabetización (índice de alfabetización de adultos) estimaciones cuya fuente es Unesco.

En el período 1990-1998, Chile tiene un 9% de población sin acceso a agua potable. En el Perú, el 33% de la población no tiene acceso a este servicio. Para el mismo período, mientras Ecuador tiene un 24% de población sin acceso a saneamiento, Perú tiene un 28%.

En el ámbito de la salud, variables tales como el número de casos de tuberculosis por cada 100 000 habitantes o médicos por cada 100 000 habitantes, resultan indicadores interesantes. Por ejemplo, para el año 1997 el Perú registró 172,6 casos de tuberculosis por cada 100 000 habitantes, mientras en Argentina hubo 34,6 casos y en Canadá apenas 6,2 casos.

#### CUADRO I.5.18

#### Usuarios de teléfonos e internet en el Perú (2000)<sup>13</sup>

Líneas de telefonía fija (instaladas)	2 018 837
Líneas de telefonía fija (en servicio, incluyendo teléfonos públicos)	1 719 681
Líneas de telefonía móvil (en servicio)	1 211 673
Usuarios de internet	800 000
Computadoras personales	465 000 <sup>14</sup>

Desde 1994 el Perú atraviesa por un proceso de reestructuración de sus telecomunicaciones, iniciado con la redefinición del marco regulatorio del sector que otorga al sector privado el papel empresarial y reserva al Estado la función reguladora de los mercados de telecomunicaciones, para que éstos se desarrollen en un marco de libre competencia.

La regulación de los servicios de telecomunicaciones está ahora a cargo de Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL); organismo público creado en el proceso de reestructuración. OSIPTEL es responsable de la promoción de la inversión privada, de garantizar la libre y leal competencia, de impedir el abuso de la posición de dominio, de fijar las políticas de defensa de los usuarios, así como de administrar el fondo de inversión en telecomunicaciones.

Una prueba de los resultados de la mencionada reestructuración son los indicadores de expansión no sólo de los servicios de telefonía básica fija sino de otros servicios como el troncalizado e inclusive de valor agregado (uso de internet).

<sup>13</sup> Información proporcionada por el Viceministerio de Comunicaciones al mes de setiembre del 2000.

<sup>14</sup> Estimado con base en los datos del Banco Mundial (18,1 computadoras personales por cada 1000 habitantes).

Cuadro I.5.19

## Indicadores de desarrollo humano

	Perú	Canadá	Argentina	Chile	Uruguay	Ecuador	Bolivia	América Latina y el Caribe	Mundial total
<b>Índice de desarrollo humano</b>									
Desarrollo humano	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	-	-
Puesto en la clasificación	80	1	35	38	39	91	114	-	-
Esperanza de vida (años) 1998	68,6	79,1	73,1	75,1	74,1	69,7	61,8	69,7	66,9
Tasa de alfabetización a partir de los 15 años (%) 1998	89,2	99,0	96,7	95,4	97,6	90,6	84,4	87,7	78,8
<b>Pobreza humana</b>									
Índice de pobreza humana (%) 1998	16,5	-	-	4,7	3,9	16,8	17,4	-	-
Población sin acceso a agua potable (%) 1990-1998	33	-	29	9	5	32	20	22	27
Población sin acceso a saneamiento (%) 1990-1998	28	-	32	-	-	24	35	29	-
Población por debajo del límite de pobreza (%) 1987-1997	49	-	25,5	20,5	-	35	-	-	-
<b>Tendencia del desarrollo humano y del crecimiento económico</b>									
IDH – 1975	0,635	0,865	0,781	0,702	0,753	0,620	0,512	-	-
IDH – 1980	0,664	0,880	0,795	0,736	0,773	0,665	0,546	-	-
IDH – 1985	0,686	0,902	0,801	0,753	0,777	0,686	0,571	-	-
IDH – 1990	0,698	0,925	0,804	0,780	0,797	0,696	0,595	-	-
IDH – 1998	0,737	0,935	0,837	0,826	0,825	0,722	0,643	0,758	0,712
Tasa media anual de cambio del PBI per cápita (%) 1975-1998	-0,4	1,5	0,6	4,2	1,7	0,8	-0,2	-	-
<b>Sinopsis de salud</b>									
Casos de tuberculosis por cada cien mil habitantes 1997	172,6	6,2	34,6	26,5	22	79,8	126,7	47,8	60,4
Médicos por cada cien mil habitantes 1992-1995	74	221	268	108	309	111	51	132	122
<b>Perfil de educación</b>									
Tasa de matriculación en grupo de edad primaria (%) 1997	94	99,9	99,9	90,4	94,3	99,9	97,4	93,3	87,6
Tasa de matriculación en grupo de edad secundaria (%) 1997	83,9	95,2	76,9	85,2	83,8	50,9	40	65,3	65,4
Gasto público en educación (% del gasto público total) 1995-1997	19,2	12,9	12,6	15,5	15,5	13	11,1	-	-
Gasto público en educación (% del PNB) 1995-1997	2,9	6,9	3,5	3,6	3,3	3,5	4,9	4,5	4,8
<b>Tendencias demográficas</b>									
Población urbana (% del total) 1998	72	76,9	88,9	84,3	90,9	61,1	63,2	74,6	46,6

# DERECHO AMBIENTAL EN EL PERÚ

## II.1 Principios jurídicos y legislación vigente

La Constitución de 1993 establece el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida.

Una vez reconocido como un derecho fundamental de las personas, la consecuencia directa más importante es que existe la posibilidad de proceder judicialmente a través de la acción de amparo en defensa del medio ambiente.

### ● Leyes y reglamentos ambientales más recientes del Perú (por orden cronológico)

1. Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgicas, DS 016-93-EM (1-5-93).
2. Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas, DS 029-EM (18-6-94).
3. Reglamento de Protección Ambiental en Hidrocarburos, DS 046-94-EM (12-11-94)<sup>15</sup>.
4. Creación del Consejo Nacional del Ambiente, Ley 26410 (22-12-94).
5. Opinión del INRENA en EIA y PAMA, Resolución Jefatural 021-95 (9-3-95).
6. Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos mineros metalúrgicos aprobados por RM 011-96-EM (13-1-96).
7. Ley de Formalización de Denuncias por los Delitos Tipificados en el Código Penal, Ley 26631 (21-6-96).
8. Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero metalúrgicas, RS 315-96-EM (19-7-96).
9. Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos producto de actividades de explotación y comercialización de hidrocarburos líquidos y sus productos derivados, RD 030-96-EM/DGAA (7-11-93).
10. Reglamento de participación ciudadana mediante audiencia pública, RM 728-99-EM/VMM.
11. Ley de evaluación de impacto ambiental, Ley 26786 (13-5-97).
12. Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos producto de actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, RD 008-97-EM/DGAA (7-11-96).
13. Casos en que se requiere opinión técnica del INRENA para la aprobación de EIA y PAMA, DS 056-97-PCM, modificado por DS 61-97-PCM.
14. Ley del Fondo Nacional del Ambiente (FONAM), Ley 26793 (22-5-97).
15. Ley Orgánica de Recursos Naturales, Ley 26821 (26-6-97).
16. Ley de Áreas Naturales Protegidas, Ley 26834 (4-7-97).
17. Ley de Diversidad Biológica, Ley 26839 (16-7-97).
18. Ley General de Salud, Ley 26842 (20-7-97).
19. Reglamento ambiental para el desarrollo de actividades manufactureras, DS 019-97-ITINCI (1-10-97).
20. Reglamento de Fiscalización de las Actividades Energéticas por Terceros, DS 029-97-EM (16-12-97).
21. Eliminación del mercado de la oferta de gasolina 95 RON con plomo y reducción del límite máximo de contenido de plomo en la gasolina de 84, DS 019-98-MTC (10-7-98).
22. Reglamento para la aprobación de estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles, DS 044-98-PCM (11-11-98).
23. Reglamento ambiental para la exploración minera, DS 038-98-EM (30-11-98).
24. Ley de promoción de inversión en la Amazonia, Ley 27037 (30-12-98).
25. Reglamento ambiental de actividades pesqueras, DS 004-99-PE (28-3-99).
26. Reglamento ambiental de actividades minero metalúrgicas, DS 029-99-EM (12-7-99).
27. Guías para elaboración de EIA, PAMA, entre otros, RM 108-99-ITINCI (1-10-99).

<sup>15</sup> Modificado por el DS 09-95-EM (13-5-95).

28. Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Ley 27181 (8-10-99).
29. Declaración de impacto ambiental en actividades pesqueras, RM 300-99-PE (27-10-99).
30. Protocolos de monitoreo de efluentes y emisiones agosféricas, RM 026-2000-MITINCI/DM (28-2-00).
31. Multas por infracción de la Ley de Aguas, DS 010-2000-AG (25-4-00).
32. Aprobación del Manual de Dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, RM 210-2000-MTC/15.02 (6-5-00).
33. Reglamento para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola, DS 016-2000-AG (8-5-00) modificado por RM 0639-2000-AG (17-9-00).
34. Ley forestal y de fauna silvestre, Ley 27308 (16-7-00).
35. Ley de Residuos Sólidos, Ley 27314 (21-7-00).
36. Manuales de procedimientos y plan de contingencias para el manejo de sustancias tóxicas y peligrosas, RD 113-2000-EM/DG (1-8-00).
37. Aprobación Formato de calificación previa, Declaración de Impacto Ambiental y Lineamientos para el Sistema de Consultoría y Auditoría Ambiental, RM 116-2000.ITINCI/DM (15-9-00).
38. Ley de Actualización de Hidrocarburos, Ley 27377 (7-12-00).
39. Norma para la aplicación del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, DS 033-2000-ITINCI (7-11-00).
40. Restablecimiento de la importación de vehículos usados a partir del 01 de noviembre de 1996, DL 843 (30-8-96); modificado por el DS 100-96-EF (7-10-96), DS 0445-2000-MTC (20-9-00) y DS 007-2001-MTC (10-2-01).
41. Aprobación de Guía de Participación Ciudadana para la Protección Ambiental en la Industria Manufacturera, RM 027-2001 MITINCI/DM (15-2-01).
42. Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), DS 022-2001-PCM (8-3-01).
43. Ley de Promoción de Concesiones de Centrales Hidroeléctricas, Ley 27435 (16-3-01).
44. Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, DS 014-2001-AG (9-4-01).
45. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley 27446 (23-4-01).
46. Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire, DS 074-2001-PCM (24-6-01).
47. Reglamento de la Ley sobre Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, DS 068-2001-PCM (21-6-01).

La Constitución establece, asimismo, que los recursos naturales son patrimonio de la Nación y que el Estado es soberano en su aprovechamiento. La Ley Orgánica de Recursos Naturales (1997) establece que la explotación de recursos se efectúa a través de concesiones públicas que implican una retribución económica al Estado. La atmósfera se considera un recurso natural.

La Constitución obliga al Estado a promover la conservación de la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas (artículo 68). La norma constitucional ha sido reglamentada por la Ley 26839-97 denominada Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, que incorpora de manera más explícita las provisiones más importantes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (1992).

Igualmente, el artículo 69 de la Constitución establece que el Estado promueve el desarrollo sostenible de la Amazonia con una legislación adecuada. Se encuentra vigente la Ley 27037-98, que establece exoneraciones de impuestos a las actividades agrícolas y forestales en la Amazonia con el objeto de promover la inversión privada en esta zona del país. Dicha norma exonera a los departamentos de Ucayali, Loreto y Madre de Dios del pago de impuestos a los combustibles, inclusive del impuesto general a las ventas.

A pesar de ser una ley anterior a la Declaración de Río (CNUMAD 92), el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (1990) contiene algunos aspectos novedosos para el sistema jurídico peruano, además de establecer que la protección del medio ambiente es obligación de todas las personas.

El Código introduce una modificación significativa en el proceso de toma de decisiones públicas y propone políticas preventivas para la protección ambiental. Debido a las presiones de los gremios empresariales, especialmente del sector minero, éste ha sufrido cambios importantes, sin embargo aún rigen los siguientes cuatro principios:

- Participación ciudadana en la gestión ambiental: la ciudadanía debe participar en la definición de la política ambiental y la gestión a nivel local, regional y nacional.
- Obligación de información sobre el estado del medio ambiente: anualmente debe realizarse la evaluación técnica del estado del ambiente así como una evaluación de las medidas que fueron tomadas, a fin de cumplir con los principios que establece el Código.

- Estudios de impacto ambiental y participación pública: las actividades o proyectos nuevos deben contar con un estudio de impacto ambiental y la información debe estar a disposición del público en general. Las actividades mineras y de energía cuentan con un régimen de audiencias públicas.
- Derecho a la acción judicial sin demostrar interés económico o moral directo para la defensa del ambiente: este derecho se reduce al Ministerio Público y a las instituciones sin fines de lucro a partir del Código Procesal Civil (1993).

Aun cuando el código también establece el principio contaminador-pagador en su doble acepción, éste no ha sido aplicado. La primera acepción es que los causantes de la contaminación deben pagar los costos de prevención, vigilancia y control, y la segunda que deben pagar la recuperación y compensación del deterioro ambiental.

La legislación peruana contiene normas penales, civiles y administrativas relativas a la responsabilidad por daño ambiental. El Código Penal establece multas y prisión por delitos contra la ecología por peligros concretos que violan los límites permisibles. Al momento sólo existen límites permisibles para la actividad minera.

En el caso de los procedimientos administrativos, la carga de la prueba corresponde a la administración.

En lo que respecta a la responsabilidad civil no existen normas específicas para el daño ambiental y se aplican las normas de la responsabilidad civil extracontractual según el Código Civil de 1984.

Existe la posibilidad de duplicidad sancionadora de una conducta lesiva al ambiente por la autoridad administrativa y el juez penal o civil<sup>16</sup>.

En materia ambiental y manejo de recursos naturales, el Perú ha suscrito en total 63 compromisos internacionales, 40 de los cuales son acuerdos globales, 19 regionales y 4 bilaterales. El 30% han sido celebrados durante la década del noventa. Este hecho evidencia el compromiso creciente del país por tener una participación activa en la agenda ambiental internacional.

La Constitución otorga jerarquía de ley nacional a los tratados internacionales ambientales ratificados por el Perú.

Convenios por objeto y orden cronológico	Fecha de entrada en vigor	Ratificación por el Perú	Punto focal
<b>Atmósfera</b>			
Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono. (1985)	6-7-89	29-12-88	MITINCI, SENAMHI, MIN. RR.EE.
Protocolo de Montreal, para el control de sustancias que agotan la capa de ozono (1987)	29-6-93	30-3-93 (*)	MITINCI, SENAMHI, MIN. RR.EE.
Convenio marco de Naciones Unidas sobre cambio climático (1992)	21-3-94	24-5-93	CONAM,
Protocolo para el estudio regional sobre el fenómeno El Niño (ERFEN ) (1992)	20-12-97	30-9-97	IMARPE, DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN, MIN. RR.EE.
Convención de Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave (1994)	26-12-96	26-10-95	INRENA, MIN. RR.EE.
<b>Mares y océanos</b>			
Convención relativa a la organización hidrográfica internacional (1967)	30-5-79	6-2-78(*)	IMARPE, DIRECCIÓN DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACIÓN SENAMHI, MIN. RR.EE.

<sup>16</sup> El artículo 117 del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales dispone que la responsabilidad administrativa establecida del procedimiento correspondiente es independiente de la responsabilidad civil o penal que pudiera derivarse de los mismos hechos.

Convención de Lima para la protección del ambiente marino y la zona costera del Pacífico Sudeste (1981)	19-5-86	2-12-88	IMARPE Y MIN. RR.EE.
Protocolo de Quito para la protección del Pacífico Sudeste contra la contaminación proveniente de fuentes terrestres (1983)	29-9-86 25-2-89	2-12-88	IMARPE Y MIN. RR.EE.
Conservación y recursos vivos			
Convención internacional para la reglamentación de la caza de la ballena (1946)	10-11-48 18-6-79	26-12-78	IMARPE, MITINCI Y MIN. RR.EE.
Convención internacional de protección fitosanitaria (1951)	1-7-75	10-6-75(*)	MINAG, INRENA Y MIN. RR.EE.
Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR) (1971)	30-7-92	12-12-91	INRENA Y MIN. RR.EE.
Convención para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (1972)	24-5-82	5-2-82	CONAM Y MIN. RR.EE.
Convención para el comercio internacional de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) (1973)	25-9-75	18-6-75	INRENA Y MIN. RR.EE.
Convención para la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (1979)	1-6-97	20-2-97(*)	INRENA Y MIN. RR.EE.
Protocolo modificador de la convención sobre los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (1982)	30-7-92	12-12-91	INRENA Y MIN. RR.EE.
Convenio marco de Naciones Unidas sobre la diversidad biológica (1992)	7-9-93	24-5-93	CONAM Y MIN. RR.EE.
Convenio internacional de las maderas tropicales (1994)	1-2-96	3-9-95	INRENA Y MIN. RR.EE.
Convención sobre conservación y gestión de las poblaciones de peces tranzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios (1995)	N.S.	N.S.	N.S.
Decisión 391. Régimen común sobre acceso a recursos genéticos (Comunidad Andina) (1996)	17-7-96(**)	2-7-96	s.i.
Convención interamericana para la protección y conservación de las tortugas marinas (1996)	En proceso	10-11-99	IMARPE Y MIN. RR.EE.
Convenio y establecimiento de la red internacional del bambú y el rattán (INBAR) (1997)	7-11-97	7-11-97	INRENA Y MIN. RR.EE.
Antártida			
Convención sobre la conservación de los recursos vivos marinos antárticos (1980)	7-4-82 23-7-89	15-5-89(*)	IMARPE, MIN. RR.EE.
Protocolo relativo a la protección del medio ambiente del Tratado Antártico (1991)	7-4-93	4-1-93	IMARPE, MIN. RR.EE.
Sustancias y actividades peligrosas			
Protocolo relativo a la prohibición del empleo en la guerra de gases asfixiantes, tóxicos o similares y de medios bacteriológicos (1925)	5-6-85	21-5-85(*)	MIN. RR.EE.

Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la luna y otros cuerpos celestes (1967)	21-3-79 10-10-67	13-2-79	MIN. RR.EE.
Tratado para la proscripción de las armas nucleares en América Latina y el Caribe	4-3-69	8-11-1968	MIN. RR.EE.
Tratado sobre la no proliferación de armas nucleares (1968)	5-3-70	6-2-70	MIN. RR.EE.
Convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos (1969)	24-5-87 19-6-75	19-1-87	DICAPI Y MIN. RR.EE.
Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción y el almacenamiento de armas bacteriológicas (biológicas) y tóxicas y sobre su destrucción (1972)	26-3-75	21-5-85	MIN. RR.EE.
Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL) (1973)	2-10-83	7-11-79	DICAPI Y MIN. RR.EE.
Protocolo correspondiente al convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos (1976)	8-4-81 25-5-87	15-12-86	DICAPI Y MIN. RR.EE.
Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del Pacífico sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en caso de emergencia (1981)	18-4-89 17-7-86	29-12-88	DICAPI Y MIN. RR.EE.
Protocolo de 1984 que enmienda el convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos. (1984)	26-8-88	6-8-87(*)	DICAPI Y MIN. RR.EE.
Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos tóxicos peligrosos y su eliminación (1989)	21-2-94	28-10-93(*)	MITINCI, DIGESA Y MIN. RR.EE.

(\*) Adhesión.

(\*\*) Como lo estipula el artículo 1 de las disposiciones finales de la decisión 391, adoptada el 2-7-96, entró en vigencia el 17-7-96.

Fuente: Ministerio de Relaciones Exteriores y Naciones Unidas.

## II.2 Marco institucional

A partir de junio de 1995 se iniciaron las actividades de la autoridad ambiental peruana: el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). Como organismo rector de la política nacional ambiental, coordina la gestión ambiental que viene ejerciendo cada ministerio a través de sus oficinas ambientales. El CONAM ha diseñado el Marco Estructural para la Gestión Ambiental (MEGA), instrumento orientado a armonizar las políticas sectoriales con la política nacional ambiental y a promover la coordinación de la gestión intersectorial y la descentralización de las capacidades de gestión ambiental.

El MEGA es un sistema organizado por niveles de gestión diferenciados y complementarios entre sí, los que mediante un proceso de transmisión progresiva de principios, políticas, reglamentos e instrumentos de gestión ambiental, operan orgánicamente desde los niveles de mayor a menor jerarquía (véase el anexo 45, esquema simplificado del MEGA).

Algunos de los resultados obtenidos son:

- Creación de un marco institucional a nivel nacional con reglamentaciones de coordinación precisa entre los diversos ministerios, denominado MEGA. La Comisión Nacional de Cambio Climático es un Grupo Técnico Nacional consultivo del MEGA.

- Generación de un proceso de compromisos voluntarios entre un grupo de empresas progresistas del Perú para la certificación ISO 14000 y la incorporación de sistemas de gestión ambiental en el manejo empresarial. Éstos generan ahorro de costos y reducen impactos ambientales de las actividades empresariales (aire, agua y residuos), mientras involucran a los trabajadores y ejecutivos en la protección concreta del ambiente.
- Creación de catorce Comisiones Regionales Andinas: Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Arequipa, Costera Ancash, Piura, Tumbes, La Libertad, Andina Central, Loreto, San Martín, Ica, Sierra de Ancash, Tacna.
- Consolidación interna del CONAM a través de dos mecanismos: (i) constituirse en la primera institución pública del Perú que cuenta con la certificación ISO 9000 (gestión de la calidad) e ISO 14000 (gestión ambiental) y (ii) la introducción del Ecodiálogo o reporte público a nivel nacional. El Ecodiálogo es un congreso bianual en el cual el CONAM da cuenta al país de las metas cumplidas (o incumplidas) y de la agenda de acción para el período siguiente.
- El CONAM ha desarrollado propuestas nacionales de largo plazo para las convenciones internacionales ambientales más importantes, como es el caso de las convenciones de diversidad biológica y cambio climático. Tales estrategias son una excelente base para la política ambiental nacional del Perú para los próximos diez años. Lo que hace falta es iniciar acciones concretas.

El financiamiento de la gestión ambiental proviene de una combinación de fuentes internas y externas, públicas y privadas. El Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) ha iniciado hace pocos meses sus actividades con un plan de negocios en búsqueda de financiamiento.

# I NVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1994

## III.1 Generalidades

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Perú se realizó tomando como año base 1994. El estudio aplicó las directrices del IPCC y siguió los lineamientos de la II Conferencia de las Partes realizada en Ginebra en 1996.

El IPCC ha establecido una metodología común que permite la transparencia, consistencia y la posibilidad de comparar los datos obtenidos por los diversos países. Los cálculos de emisión se basan en las estadísticas recopiladas por las agencias oficiales peruanas y en los factores de emisión proporcionados por el IPCC.

Los gases inventariados pueden ser divididos en dos grandes grupos. El primero comprende todos aquellos que tienen un efecto directo sobre el cambio climático: el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), los perfluorocarbonados (PFCs) y los hidrofluorocarbonados (HFCs). El segundo incluye los gases con efecto indirecto: el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM) y los óxidos de nitrógeno (NOx). El inventario también incluye un gas cuyo impacto es contrario al efecto invernadero: el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ).

Es importante señalar que a la fecha el Perú no cuenta con un inventario de emisiones de estos últimos gases (contaminantes con efecto indirecto).

CUADRO III.1.1 Gases inventariados

Símbolo	Gas
$\text{CO}_2$	Dióxido de carbono
$\text{CH}_4$	Metano
$\text{N}_2\text{O}$	Óxido nitroso
$\text{SF}_6$	Hexafluoruro de azufre
PFCs	Perfluorocarbonados
HFCs	Hidrofluorocarbonados
CO	Monóxido de carbono
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles distintos al metano
NOx	Óxidos de nitrógeno
$\text{SO}_2$	Dióxido de azufre

Las emisiones y remociones antropogénicas de gases (GEI y otros) están vinculadas principalmente a dos actividades:

- a) la extracción, distribución y uso de los combustibles fósiles; y
- b) la descomposición y/o quema de biomasa.

La metodología aplicada ha optado por clasificar a estas actividades en seis grandes grupos<sup>17</sup>:

- Energía
- Procesos industriales
- Agricultura
- Cambio de uso de la tierra
- Silvicultura
- Desechos

## ● Metodología utilizada

Debido a ciertas limitaciones en la información básica disponible, sólo se han estimado las emisiones por consumo de energía aplicando el método "de arriba hacia abajo". Este método da cuenta de cuánto emitimos pero no indica en forma detallada en qué actividades específicas estamos quemando combustibles fósiles.

La metodología "de arriba hacia abajo" registra las cantidades de energía consumida (obtenidas del Balance Nacional de Energía), y la metodología del IPCC proporciona los factores de emisión que se utilizan por defecto.

Las emisiones fugitivas han sido tratadas en forma similar<sup>18</sup>. Por falta de información, el inventario no incluye las emisiones provenientes de los pozos petroleros del país.

Para las categorías procesos industriales, agricultura, cambio de uso de la tierra, silvicultura y desechos se han considerado sólo los valores por defecto de la metodología del IPCC y los valores de cantidades pertinentes obtenidos de fuentes oficiales del país.

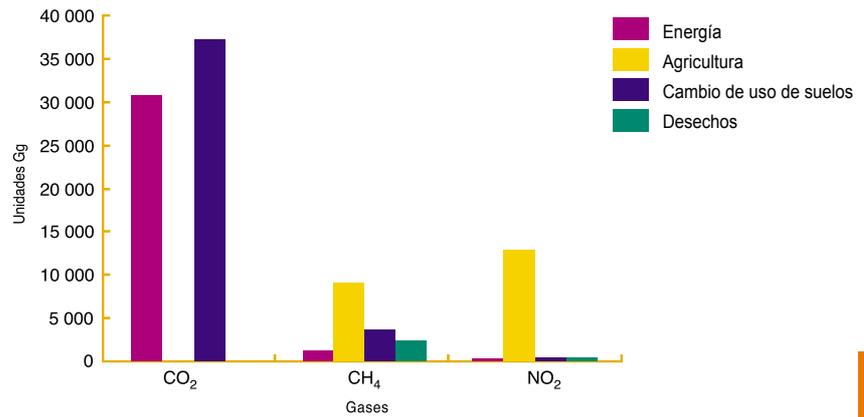
En el cuadro III.1.1 puede apreciarse la composición de las emisiones de GEI por sectores. Las emisiones totales del Perú son aproximadamente de 98 816,30 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente y la composición porcentual del total de GEI es la siguiente: 68,67% de CO<sub>2</sub>, 17,25% de CH<sub>4</sub> y 14,09% de N<sub>2</sub>O, expresado en términos de CO<sub>2</sub> equivalente.

<sup>17</sup> El IPCC no cuenta con una metodología para calcular las emisiones del sector uso de solventes, razón por la cual no se presenta la información correspondiente.

<sup>18</sup> Emisiones de metano por actividades de petróleo, gas natural y venteo y antorcha.

### Gráfico III.1.1

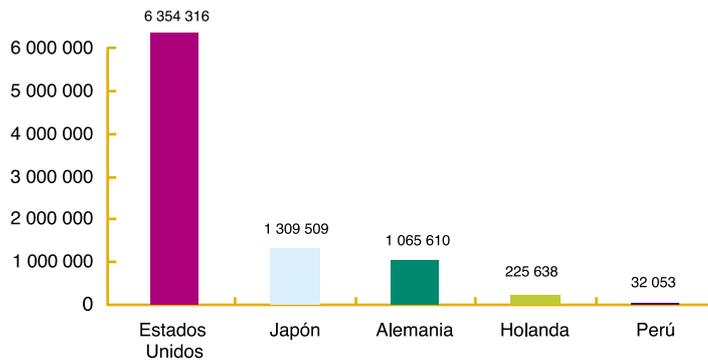
Emisiones de GEI por sectores (en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente) 1994



### Gráfico III.1.2

Emisiones de GEI sector energético (en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente) 1994

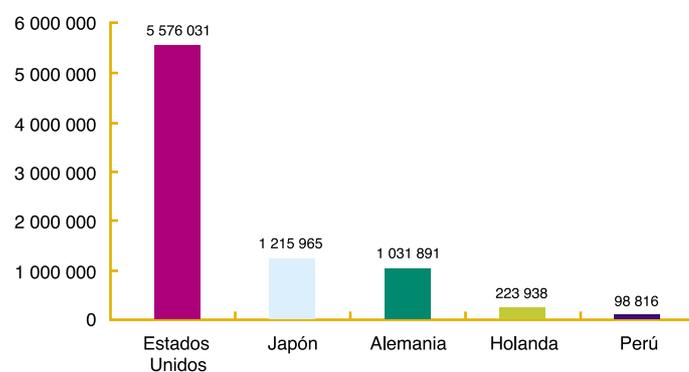
Fuentes: FCCC/CBI/2000/11, pp. 52-53 (Alemania, EE.UU., Japón, Holanda); CONAM 1997 (Perú). Elaboración propia.



### Gráfico III.1.3

Emisiones totales de GEI (en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente) 1994

Fuentes: FCCC/CBI/2000/11, pp. 52-53 (Alemania, EE.UU., Japón, Holanda); CONAM 1997 (Perú). Elaboración propia.



CUADRO III.1.2 Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1994 (Gg)

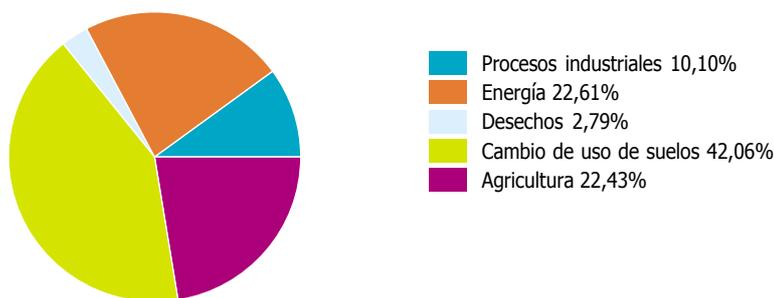
Categorías de fuentes y sumideros de GEI	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> equivalente
I. Total de energía	30 656,75	53,80	0,86	32 053,09
Consumo de combustibles	20 770,53	45,40	0,86	21 990,53
Industria de conversión y transformación	4 237,12	0,40	0,06	4 264,12
Industria (CIU)	2 851,57	0,70	0,11	2 900,37
Residencial/comercial	2 271,15	41,40	0,56	3 314,15
Público	729,64	0,10	0,01	734,84
Transporte	7 921,89	1,10	0,08	7 969,79
Agropecuario/agroindustrial	240,33	1,40	0,02	275,93
Pesca	1 682,08	0,20	0,01	1 689,38
Minería metálica	836,75	0,10	0,01	841,95
Emisiones fugitivas (extracción, transmisión y transporte)	0,00	7,78	0,00	163,38
Carbón mineral		0,86		18,06
Petróleo y gas natural		6,92		145,32
Procesos industriales	9 886,22	0,62	0,00	9 899,18
Productos minerales	1 989,11			1 989,11
Industria química	25,63	0,62		38,59
Producción de metales	7 871,48			7 871,48
II. Total no energía	37 196,80	757,81	44,04	66 763,21
Agricultura	0,00	471,46	41,64	22 809,06
Fermentación entérica		364,67		7658,07
Estiércol de animales		11,16	1,96	841,96
Cultivo de arroz		55,28		1160,88
Quema de sabana		36,40	0,45	903,90
Quema de residuos agrícolas		3,95	0,10	113,95
Uso de suelos agrícolas			39,13	12 130,30
Cambio de uso de la tierra y silvicultura	37 196,80	173,77	1,20	41 217,97
Cambio en bosques y otros stocks de biomasa leñosa	-4 122,40			-4 122,40
Conversión de bosques y pastizales	82 487,50	173,77	1,20	86 508,67
Abandono de tierras manejadas	-37 345,00			-37 345,00
Impacto de la agricultura sobre el suelo	-3 823,30			-3 823,30
Desechos	0,00	112,58	1,20	2 736,18
Rellenos sanitarios y botaderos		95,93		2 014,53
Heces humanas			1,20	372,00
Otros		16,65		349,65
III. Total nacional de emisiones y captura de GEI	67 853,55	811,61	44,90	98 816,30

Fuente: CONAM 1997.

La emisión de GEI como consecuencia del transporte internacional es de 396,51 Gg de CO<sub>2</sub>, 0,01 Gg de CH<sub>4</sub> y 0,003 Gg de N<sub>2</sub>O. Estas emisiones no han sido incluidas en el cuadro resumen III.1.2 por no tratarse de emisiones peruanas.

## Gráfico III.1.4

Emisiones de GEI por sector (%)  
CO<sub>2</sub> equivalente



Elaboración propia.

### ● Cálculo de equivalencias

Para poder comparar las cantidades de los diferentes gases inventariados, éstas se transforman a unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, multiplicándolas por un coeficiente de acuerdo a una misma capacidad de influir en el balance energético, denominada potencial de calentamiento global de la atmósfera en un determinado período. El lapso acordado es de cien años. De acuerdo a ello, el potencial de calentamiento global para cien años de los principales gases sería el que muestra el cuadro III.1.3.

CUADRO III.1.3

Potencial de calentamiento global (PCG)

Gas	Símbolo	PCG
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	21
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	310
HFC-134 <sup>a</sup>	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1 300
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	23 900
Perfluoropropano	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	7 000

Fuente: IPCC, Segundo Reporte de Evaluación de 1995.

Estos valores aún no se han determinado para el caso de otros gases, como los precursores de ozono, a pesar de que se reconoce su influencia sobre el cambio climático.

## III.2 Incertidumbres y ajustes a la metodología del IPCC

Algunas de las categorías planteadas por el IPCC no corresponden a las categorías nacionales, razón que dificultó la obtención de información de base para realizar el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Por otro lado, el caso peruano presenta ciertas particularidades que no son cubiertas totalmente por la metodología propuesta por el IPCC. Sobre el punto hay que señalar además que la falta de estadísticas adecuadas plantea cierto grado de incertidumbre respecto a los resultados obtenidos.

En lo que respecta a los sectores energético y de procesos industriales, se toman los valores por defecto del IPCC. En 1994 no se contó con un balance de energía útil para realizar las mediciones en el sector energético, lo que será subsanado en los próximos años por el Ministerio de Energía y Minas.

El cálculo referencial tuvo problemas al considerar el uso del carbón, ya que nuestro balance general sólo reconoce al carbón mineral, mientras la metodología reconoce distintos tipos de carbón.

El mayor problema en el cálculo de las emisiones fugitivas es la ausencia de información sobre los productos que son venteados y la falta de conocimiento sobre la forma de eliminación final en las empresas. Sería de gran utilidad proponer a las empresas de hidrocarburos y minería de carbón que investiguen las pérdidas en sus plantas de producción y en sus sistemas de distribución. La reducción de las emisiones fugitivas podría generarles mayor rentabilidad. El proyecto de asistencia en la reglamentación del sector energético en el Perú (PARSEP) viene desarrollando una propuesta de normas legales y procedimientos para optimar el sistema de producción de hidrocarburos a fin de reducir el venteo de gas en los pozos.

La metodología del IPCC no presenta valores por defecto para las emisiones de dióxido de azufre de la industria minero-metalúrgica. En el Perú estos valores son muy altos debido a que la mayoría de nuestros metales se encuentran en forma de sulfuros. En nuestro caso, la explotación de cobre, plomo y zinc es una fuente importante de producción de SO<sub>2</sub>.

La metodología no considera las emisiones de compuestos nitrogenados por proceso de descomposición de materia orgánica de alto contenido proteínico. La harina de pescado está en esta categoría y su producción en el Perú es muy importante.

Es necesario mejorar la información sobre las importaciones de compuestos fluorados gaseosos por parte del sector industrial, asignándoles partidas arancelarias individualizadas que permitan su fácil identificación.

Cabe recordar, asimismo, que el Perú no tiene un inventario de emisiones para los gases con efecto indirecto en el cambio climático (contaminantes de la salud), como son el SO<sub>2</sub>, CO y COVDM.

En el sector no energético, específicamente en el cambio de uso de la tierra y silvicultura, el IPCC propone cinco categorías de bosques y dos de pasturas. El Perú cuenta con una clasificación con 27 diferentes unidades de vegetación, por lo que fue necesario compatibilizar estas categorías. Para ello, se asumió que los 7 000 000 de hectáreas deforestadas pertenecieron a las 27 categorías definidas. Luego se procedió a repartir estas áreas entre las unidades que las contienen o las adyacentes. El trazo de los "nuevos límites" se realizó siguiendo el patrón que presentan los límites de las unidades originales<sup>19</sup>.

En vista de la importancia que tiene la crianza de camélidos sudamericanos en el Perú como fuente de proteínas de origen animal, en particular en las regiones andinas del país, se hizo necesario obtener datos nacionales sobre los pesos promedio de este tipo de camélidos (alpacas 60 kg y llamas 100 kg).

Se requiere desarrollar parámetros locales que adecuen los valores por defecto de la metodología del IPCC de acuerdo a los tipos de combustibles usados, las técnicas de cultivo y las tecnologías de producción e insumos empleados por la industria nacional.

El reporte de las emisiones de GEI que figura en el cuadro III.1.2 se realizó tomando como base la tabla II de la guía de la UNFCCC (decisión 10/CP.2), Sin embargo, la desagregación de las categorías se llevó a cabo considerando los resultados presentados en las tablas de reporte 7A, 7B y 8A del formato de la guía revisada de 1996 del IPCC. Siguiendo las recomendaciones del Programa de Apoyo a las Comunicaciones Nacionales de las Naciones Unidas, estas tablas están incluidas en la sección de anexos (A.51–A.53), lo que proporciona transparencia y claridad al reporte de las emisiones de GEI resultado del Inventario Nacional 1994.

<sup>19</sup> Véase el mapa en el anexo 43.

### III.3 Sector energético

En este sector se ha considerado las siguientes categorías:

- Emisión de dióxido de carbono por consumo de energía.
- Emisión de otros gases por consumo de energía.
- Emisión de gases por transporte internacional.
- Emisiones fugitivas de metano por extracción y manipulación de carbón mineral.
- Emisiones fugitivas de metano por actividades que emplean petróleo y gas natural (producción, proceso, transporte y quema no productiva).
- Emisiones fugitivas de precursores de ozono y de dióxido de azufre de refinерías de petróleo.

#### ● Consumo de energía

Como se ha explicado líneas arriba, la metodología utilizada para la medición es "de arriba hacia abajo". Los cálculos de las emisiones de CO<sub>2</sub> se han realizado empleando el método de referencia y el método de categorías de fuentes de emisiones. A continuación se explican los resultados obtenidos con cada uno de estos métodos.

#### ● Método de referencia

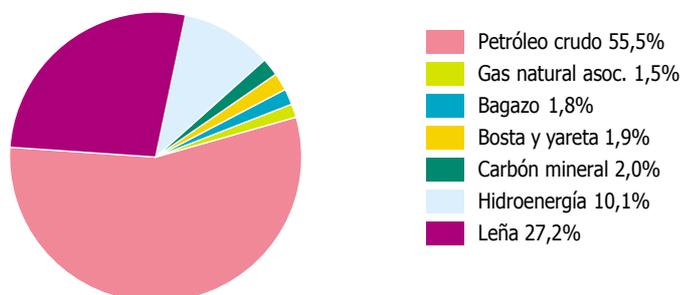
La oferta interna bruta de energía primaria en el Perú está liderada por el petróleo crudo, seguido de la leña y de la hidroelectricidad, con 55,5%, 27,2% y 10,1%, respectivamente (véase el gráfico III.3.1).

Con el petróleo crudo se produce gas licuado de petróleo, productos no energéticos, gas de refinерía, gasolina, kerosene jet, diesel oil y petróleo residual. Los combustibles secundarios más importantes son estos últimos cuatro (véase el gráfico III.3.2).

Por otro lado, el 9% de la leña (medida en miles de toneladas métricas equivalentes de petróleo) se utiliza para producir carbón vegetal. El 91% restante se consume directamente en los sectores residencial (rural), comercial e industrial. Asimismo, el carbón mineral entra a las coquerías para producir el coque que se usa en los altos hornos de la industria minero-metalúrgica. La bosta y la yareta son empleadas en su totalidad por el sector residencial rural. El bagazo es utilizado como energético únicamente en el sector agroindustrial. El gas natural asociado ingresa a las plantas de gas para producir GLP y gasolina.

Gráfico III.3.1

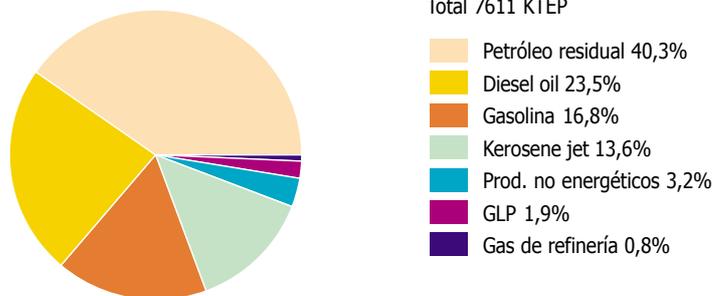
Consumo de energía primaria



En 1994, las emisiones por quema de combustibles fósiles en el Perú ascendían a 22 039 Gg de CO<sub>2</sub> (véase el cuadro III.3.1). El 84,8% de las emisiones corresponde a los combustibles líquidos, de los cuales el petróleo crudo es el más importante. Los combustibles sólidos dan cuenta del 6,5% y el gas natural representa el 8,8% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. La quema de biomasa genera aproximadamente 19 000 Gg de CO<sub>2</sub><sup>20</sup>. El 88% de estas emisiones resultan de la quema de leña.

### Gráfico III.3.2

Producción en refinerías



CUADRO III.3.1 Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles y biomasa 1994

Tipo de combustible	Emisión de CO <sub>2</sub> (Gg)
<b>TOTAL FÓSILES</b>	<b>22 039</b>
Total fósiles líquidos	18 682
Combustibles primarios	22 970
Petróleo crudo	22 970
Combustibles secundarios	-4 288
Gasolina <sup>1/</sup>	-383
Turbo combustible	-245
Kerosene doméstico	-6
Diesel	2 035
Residual	-5 218
Gas licuado de petróleo	274
Bitumen	-735
Lubricantes	-12
Total fósiles sólidos	1 422
Combustibles primarios	1 040
Carbón mineral	1 040
Combustibles secundarios	382
Coque	382
Fósil gaseoso	1 935
Gas natural (seco)	1 935
Biomasa	18 992
Leña	16 689
Bagazo	1 116
Bosta/yareta	1 188

1/ El signo negativo significa disminución de la emisión por exportación.

<sup>20</sup> Las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de biomasa sólo se presentan como información referencial debido a que se supone que el consumo de biomasa es igual al volumen que se regenera.

## ● Método de categorías de fuentes de emisiones

La medición de las emisiones por consumo de combustibles fósiles por sectores arroja un total de 20 771 Gg de CO<sub>2</sub> (véase el cuadro III.3.2). Esta cantidad es 5,8% menor a la reportada con el método de referencia. La diferencia se debe principalmente a que el método de categorías de fuentes de emisiones presentado aquí no considera los casos de energía no aprovechada de combustibles primarios. Las emisiones por este concepto ascienden a 1461 Gg de CO<sub>2</sub>. Si añadimos esta cantidad a las emisiones medidas, la diferencia se acortaría a 0,86%.

**CUADRO III.3.2** Emisiones de GEI en el sector energético (Gg)

Categorías de fuentes	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
I. Energía <sup>21</sup>	20 771	53,2	0,90	118,7	1228,2	204,7	114,0
A. Consumo de energía <sup>1/</sup>	20 771	45,4	0,90	118,0	1181,0	161,8	105,2
Conversión	4 237	0,4	0,06	8,0	10,4	0,7	NE
Industrial	2 852	0,7	0,11	9,8	41,2	1,3	NE
Transporte	7 922	1,1	0,08	78,1	400,9	76,2	NE
Residencial/comercial	2 271	41,3	0,56	17,1	704,3	80,6	NE
Público	730	0,1	0,01	1,0	0,2	0,1	NE
Agropecuario/agroindustrial	240	1,4	0,02	0,8	23,1	2,8	NE
Pesquería	1 682	0,2	0,01	2,2	0,4	0,1	NE
Minero metalúrgico	837	0,1	0,01	1,0	0,0	0,1	NE
B. Emisiones fugitivas	-	7,78	-	0,7	47,2	42,9	8,8
Producción de petróleo y gas natural	-	6,92	-	-	-	-	-
Minería de carbón	-	0,86	-	-	-	-	-
Distribución y refinado de petróleo	-	-	-	0,7	47,2	42,9	8,8
C. Emisiones por trans. internac. <sup>2/</sup>	397	0,01	0,003	6,59	5,6	1,1	2,2

1/ No incluye biomasa para la medición de CO<sub>2</sub>.

2/ No se incluye en el total del inventario por no ser emisiones peruanas.

Fuente: CONAM 1997 (Sector energético).

Aunque el consumo de combustibles<sup>22</sup> es mayor en el sector residencial/comercial (véase el gráfico III.3.3), es el sector transporte el que da cuenta de las mayores emisiones de CO<sub>2</sub>, seguido por el de conversión y el industrial.

Por otro lado, las emisiones de metano del sector residencial/comercial son más del 90% de las emisiones por consumo de energía. El 65% de las emisiones de óxido nítrico corresponden a este mismo sector.

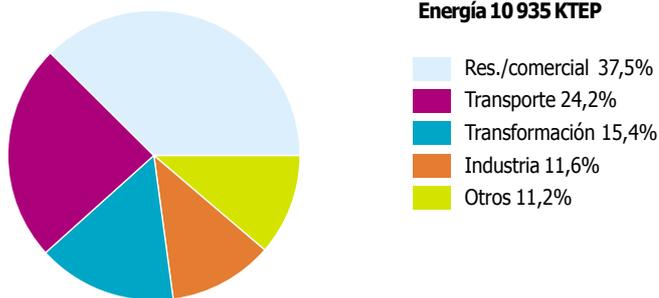
El sector transporte es responsable del 66% de las emisiones de óxidos de nitrógeno. Más del 90% de las emisiones de monóxido de carbono provienen de los sectores transporte y residencial/comercial. En el caso de los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano, estos sectores son causantes del 97% de las emisiones. Finalmente, las emisiones de dióxido de azufre sólo se pudieron calcular usando el consumo de combustibles del país, por lo que no se cuenta con un desagregado sectorial.

<sup>21</sup> En el sector energético hay 355 Gg de CO<sub>2</sub> cuya fuente no ha sido identificada y, debido a cuestiones metodológicas, han sido excluidas de la contabilidad nacional.

<sup>22</sup> Se incluye carbón mineral, leña, bosta y yareta, bagazo, coque, carbón vegetal, GLP, gasolina, gasolina de aviación, kerosene, turbo combustible, diesel, residual, gas distribuido y gas industrial. Nótese que para medir las emisiones de CO<sub>2</sub> no se toma en cuenta el consumo de biomasa (véase la nota anterior). La medición de las emisiones de los otros gases de efecto invernadero sí considera la biomasa.

### Gráfico III.3.3

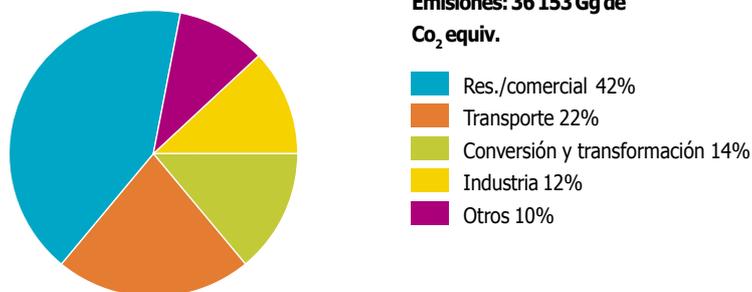
Consumo de combustibles por sectores



En términos de CO<sub>2</sub> equivalente, las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O provenientes de los sectores residencial/comercial y transporte dan cuenta del 64% de las emisiones debidas al consumo de energía, con un 42% y 22% respectivamente (véase gráfico III.3.4).

### Gráfico III.3.4

Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) por sectores



## Emisiones fugitivas

Las emisiones fugitivas de metano tienen dos fuentes: la explotación de carbón mineral y la explotación de petróleo y gas natural, con 0,86 y 6,92 Gg de metano respectivamente (cuadros III.3.3 y III.3.4). De otro lado, la producción nacional de carbón en 1994 alcanzó las 63 806 tm. La mayor parte de este carbón fue de rango antracita (73%) y el resto de rango bituminoso. En el Perú son 14 las minas que explotan carbón.

Las emisiones fugitivas de precursores del ozono y del dióxido de azufre se producen por las actividades de refinación y distribución del petróleo. El país cuenta con cuatro refineras de petróleo que en 1994 produjeron 57 millones de barriles. Con más del 90% de la capacidad total, La Pampilla (57%) y Talara (36%) son las más importantes. Las emisiones de NO<sub>x</sub>, CO, COVDM y de SO<sub>2</sub> son de 0,7; 47,2; 42,9 y 8,8 Gg respectivamente (véase el cuadro III.3.2).

CUADRO III.3.3 Emisiones fugitivas de metano por explotación de carbón mineral 1994

Actividad	Cantidad (10 <sup>3</sup> tm)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (Gg)
Minería subterránea	187	0,83
Extracción	64	0,60
Manipulación	123	0,23
Minería superficial	238	0,03
Extracción	-	-
Manipulación	238	0,03
<b>Total</b>	<b>427</b>	<b>0,86</b>

Fuente: CONAM 1997 (Sector energético).

CUADRO III.3.4 Emisiones fugitivas de metano por producción de petróleo y gas natural 1994

Actividad	Cantidad	Unidades	Emisiones de CH <sub>4</sub> (Gg)
Petróleo			1,19
Exploración <sup>1/</sup>	56	Pozos	-
Producción	46 468	10 <sup>3</sup> barriles	0,72
Transporte <sup>2/</sup>	39 241	10 <sup>3</sup> barriles	0,17
Refinación <sup>3/</sup>	57 123	10 <sup>3</sup> barriles	0,25
Almacenamiento <sup>3/</sup>	5 107	10 <sup>3</sup> barriles	0,05
Gas natural			3,81
Producción/procesamiento <sup>4/</sup>	35 403	10 <sup>6</sup> pie <sup>3</sup>	2,49
Transmisión y distribución <sup>5/</sup>	13 529	10 <sup>6</sup> pie <sup>3</sup>	1,06
Otros <sup>6/</sup>	3 093	10 <sup>6</sup> pie <sup>3</sup>	0,26
Venteo y antorcha <sup>7/</sup>	10 208	10 <sup>6</sup> pie <sup>3</sup>	1,92
<b>Total</b>			<b>6,917</b>

1/ Número de pozos perforados. Factor de emisión no disponible.

2/ Petróleo cargado en buques tanque.

3/ Petróleo refinado.

4/ Gas producido.

5/ Gas consumido.

6/ Gas no residencial consumido.

7/ Gas combinado producido.

Fuente: CONAM 1997 (Sector energético).

### ● Emisiones por transporte internacional

De acuerdo a los datos proporcionados por la Empresa Nacional de Puertos, en 1994 el 79% del total de embarcaciones que atracaron en los terminales marítimos en el Perú (3834) eran de origen extranjero. El transporte internacional (marítimo y aéreo) en el Perú consume gasolina, kerosene jet, diesel oil y petróleo residual. Esto representa el 4,5% del consumo de combustibles en el sector transporte. De este modo, las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>, son de 396,51; 0,01; 6,59 y 1,4 Gg, respectivamente (véase el anexo A.51).

## III.4 Sector procesos industriales

La industria peruana está concentrada en la región costera del país y básicamente en la capital, Lima. Alrededor del 76% de los establecimientos industriales se sitúan en esta región. De acuerdo a la estructura de la producción fabril no primaria del país, los bienes de consumo representan el 60%, los intermedios el 36% y los de capital el 4%. Asimismo, aproximadamente el 30% de los insumos empleados por la industria nacional son importados, según datos de la Sociedad Nacional de Industria.

En el Perú, las actividades identificadas que producen emisiones son las siguientes:

- Productos minerales: producción de cemento, producción de cal, uso de cal, producción y uso de ceniza de soda, techado con asfalto, asfaltado de caminos y otros.
- Industria química: amoníaco, ácido nítrico, ácido adípico, urea, carburos y petroquímicos.
- Producción de metal: hierro, acero y ferroaleaciones, aluminio, magnesio, otros metales.
- Pulpa y papel.
- Producción de alimentos y bebidas.
- Uso de halocarbonados y hexafluoruro de azufre.
- Otros.

Estas actividades incluyen a los denominados nuevos gases: hidrofluorcarbonados, perfluorocarbonados y el hexafluoruro de azufre.

## ● Productos minerales

En el Perú existen seis plantas de producción de cemento, de las cuales cinco utilizan el proceso vía seca y una el proceso vía húmeda. Las materias primas empleadas en la producción de cemento son caliza, pizarra, puzolana, mineral de hierro (hematita) y yeso. La producción de cemento emite  $\text{CO}_2$  y  $\text{SO}_2$ . Esta actividad da cuenta del 79,6% de las emisiones de  $\text{CO}_2$  del rubro productos minerales, mientras que sólo representa el 10,75% de las emisiones de  $\text{SO}_2$  para el mismo rubro (cuadro III.4.1).

En el año 1994 se produjeron 513 000 tm de cal. Las emisiones de  $\text{CO}_2$  producto de esta actividad significaron el 20,4% de las emisiones de este gas en el rubro de productos minerales.

Ese mismo año la producción de asfalto alcanzó las 125 000 tm, con una emisión de 38,9 Gg de COVDM.

Por su parte, la producción de vidrio fue de 626 tm, responsable de una emisión de 0,0028 Gg de COVDM.

## ● Industria química

En el Perú, la producción del compuesto químico amoníaco es la que emite la mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  (98%) (cuadro III.4.1). En 1994 su producción ascendió a 16 700 tm.

El ácido nítrico es un agente oxidante en la metalurgia y otras industrias y emite 0,82 Gg de  $\text{NO}_x$  (70% de las emisiones de los procesos industriales). Su producción en 1994 fue de 68 500 tm.

El carburo de calcio se usa principalmente para la preparación de acetileno. En 1994 se produjeron 494,6 tm. Sus emisiones de  $\text{CO}_2$  son de 0,54 Gg.

Finalmente, tres plantas mineras (Ilo, La Oroya y Cajamarquilla) producen ácido sulfúrico. La producción de este compuesto químico fue de 215 000 tm en 1994, lo cual redujo las emisiones a 3,76 Gg de  $\text{SO}_2$ .

No se dispone de datos para estimar las emisiones debidas a la producción de urea y petroquímicos. El Perú no produce ácido adípico.

## ● Producción de metales

El Perú es un productor menor de hierro y acero. En el año que se realizó el inventario la producción fue de 4 563 610 tm de hierro y 358 000 tm de acero. Los gases que emiten estas actividades son  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, COVDM y  $\text{SO}_2$  (véase el cuadro III.4.1).

En 1994 el Perú era el octavo productor de cobre en el mundo. Las seis empresas más grandes fueron responsables del 97% del total de producción del país. La cantidad de reductor producida para elaborar las 365 663 tm de cobre fue de 173,26 tm. Con esta producción se emitió 0,4 Gg de  $\text{CO}_2$ .

Ese mismo año, el Perú se ubicaba en el cuarto lugar en la producción de plomo a nivel mundial con 235 042 tm. Ocho empresas concentran el 80% de la producción de este metal. La cantidad de reductor generada durante el proceso de producción de plomo fue de 499 tm. Con ello se emitió 1,54 Gg de  $\text{CO}_2$ .

La producción de estaño en 1994 alcanzó las 20 680 tm. La producción de reductor durante dicho proceso fue de 6000 tm y las emisiones de  $\text{CO}_2$  fueron de 18,85 Gg.

No se cuenta con información para poder calcular las emisiones de  $\text{CO}_2$  causadas por la producción de ferroaleaciones y magnesio. El Perú no produce aluminio; éste se importa de Venezuela.

CUADRO III.4.1 Emisiones de GEI por el sector procesos industriales 1994 (Gg)

Categorías de fuentes	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Procesos industriales	9887,84	-	0,62	1,17	6,04	54,123	9,261
A. Productos minerales	1989,13	-	-	-	-	39,873	0,95
Producción de cemento	1583,68	-	-	-	-	-	0,95
Producción de cal	405,45	-	-	-	-	-	-
Asfaltado de caminos	-	-	-	-	-	39,87	-
Vidrio	-	-	-	-	-	0,003	-
Uso de cal	NE	-	-	-	-	-	-
Prod. y uso de ceniza de soda	NE	-	-	-	-	-	-
Techado con asfalto	NE	-	-	-	-	-	-
B. Industria química	26,63	0	0,62	0,82	0,13	0,07	3,761
Amoníaco	25,09	-	-	-	0,13	0,07	0,001
Ácido nítrico	-	-	0,62	0,82	-	-	-
Ácido adípico	-	-	-	-	-	-	-
Urea	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Carburo de calcio	0,54	-	-	-	-	-	-
Ácido sulfúrico	-	-	-	-	-	-	3,76
Petroquímicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	7871,44	-	-	0,35	5,91	0,46	4,55
Hierro y acero	7850,65	-	-	0,34	5,91	0,46	4,55
Ferroaleaciones	NE	-	-	-	-	-	-
Magnesio	NE	-	-	-	-	-	-
Aluminio	-	-	-	-	-	-	-
Otros metales	-	-	-	-	-	-	-
Cobre	0,4	-	-	-	-	-	-
Plomo	1,54	-	-	-	-	-	-
Estaño	18,85	-	-	-	-	-	-
D. Pulpa y papel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Producción de alimentos y bebidas	-	-	-	-	-	13,72	-
Pan	-	-	-	-	-	6,49	-
Azúcar	-	-	-	-	-	5,40	-
Margarina	-	-	-	-	-	0,69	-
Pastelería	-	-	-	-	-	0,04	-
Carne	-	-	-	-	-	0,03	-
Pescado	-	-	-	-	-	0,08	-
Pollo	-	-	-	-	-	0,10	-
Alimento para animales	-	-	-	-	-	0,89	-
Cerveza	-	-	-	-	-	0,0002	-
F. Producción de halocarbonados <sup>1/</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Hidrofluorocarbonados	-	-	-	-	-	-	-
Perfluorocarbonados	-	-	-	-	-	-	-
G. Uso de halocarbonados y SF6 <sup>1/</sup>	0,64	-	-	-	-	-	-
Hidrofluorocarbonados HFC-134	0,64	-	-	-	-	-	-
Perfluorocarbonados	-	-	-	-	-	-	-
Hexafluoruro de azufre	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1/</sup> CO<sub>2</sub> equivalente. El Perú no es un productor de halocarbonados. Éstos se importan para sustituir los freones en refrigeración, en cumplimiento de lo dispuesto por el Protocolo de Montreal.  
Fuente: CONAM 1997.

## ● Producción de alimentos y bebidas

El cuadro III.4.2 muestra la producción de pan, azúcar, margarina, productos de pastelería, carne, pescado, pollo, alimentos para animales y cerveza en 1994. Estos productos emiten compuestos orgánicos volátiles distintos al metano, y la producción de pan y azúcar es responsable del 25% de las emisiones de este gas (véase el cuadro III.4.1).

**CUADRO III.4.2** Producción de alimentos y bebidas 1994<sup>23</sup>

Productos alimenticios y bebidas	Cantidad	Unidades
Pan	812	Miles de tm
Azúcar	541	Miles de tm
Margarina	70	Miles de tm
Productos de pastelería	41	Miles de tm
Carne	102	Miles de tm
Pescado	278	Miles de tm
Pollo	354	Miles de tm
Alimentos para animales	898	Miles de tm
Cerveza	6957	Hectolitros

Fuente: CONAM 1994.

## III.5 Sector agricultura

En este sector se han considerado las siguientes emisiones:

- Emisión y captura de dióxido de carbono por conversión de bosques y pastizales, cambios en bosques y otros stocks de biomasa leñosa, abandono de tierras manejadas e impacto de la agricultura sobre el suelo.
- Emisión de metano por fermentación entérica, por estiércol de animales, por cultivo de arroz, por quema de sabanas y por quema de residuos agrícolas.
- Emisión de óxido nitroso por estiércol de animales, quema de sabanas, quema de residuos y usos de suelos agrícolas.
- Emisión de óxidos de nitrógeno por quema de sabana y de residuos agrícolas.
- Emisión de monóxido de carbono por quema de sabana y de residuos agrícolas.

### ● Fermentación entérica

Las actividades agropecuarias son las que generan mayores emisiones de metano. La fermentación entérica explica el 47% del total de estas emisiones y el 84% de las emisiones de metano del sector agricultura (véase el cuadro III.5.1). Estas emisiones se generan durante el proceso de digestión de los herbívoros y dependen del tipo, edad y peso del animal y de la calidad y cantidad de su alimento. El cuadro III.5.2 presenta la población de animales criados por el hombre, la misma que incluye a los camélidos sudamericanos (alpaca y llama) y al cuy o cobayo, en razón de que su crianza es masiva en el país.

<sup>23</sup> En el anexo 49 se pueden apreciar las cifras de la producción de alimentos y bebidas correspondientes a 1999.

**CUADRO III.5.1** Emisiones de GEI de los sectores agricultura, cambio de uso de la tierra y desechos 1994 (Gg)

Categorías de fuentes	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO
Agricultura	-	471,5	41,6	18,6	1038,5
Fermentación entérica	-	364,7	-	-	-
Estiércol de animales	-	11,2	1,96	-	-
Cultivos de arroz	-	55,3	-	-	-
Quema de sabanas	-	36,4	0,45	16,3	955,6
Quema de residuos agrícolas	-	4,0	0,10	2,3	82,9
Uso de suelos agrícolas	-	-	39,1	-	-
Cambio del uso de la tierra y forestería	37 196,8	173,8	1,19	43,2	1520,5
Cambios en bosques y otros stocks de biomasa leñosa	-4 122,4	-	-	-	-
Conversión de bosques y pastizales	82 487,5	173,8	1,19	43,2	1520,5
Abandono de tierras manejadas	-37 345,0	-	-	-	-
Impacto de la agricultura sobre el suelo	-3 823,3	-	-	-	-
Desechos	-	112,6	1,15	-	-
Vertederos	-	95,9	-	-	-
Aguas residuales domésticas	-	2,1	-	-	-
Aguas residuales industriales	-	14,6	-	-	-
Heces humanas	-	-	1,15	-	-
Total	37 196,8	757,8	43,94	61,8	2559,0

Fuente: CONAM 1997.

**CUADRO III.5.2** Población pecuaria según clima 1994

Tipo de animales	Total (miles)	Clima		
		Frío	Templado	Cálido
Vacuno lechero	1 967	1 275	401	291
Vacuno no lechero				
Vaquillonas	576	355	121	100
Terneros(as)	887	565	197	125
Toros	767	522	174	71
Toretas	308	182	67	59
Camélidos sudamericanos				
Alpacas	2 457	2 236	220	1
Llamas	1 006	901	105	0
Ovejas	12 057	10 381	1 402	274
Cabras	2 080	1 063	582	435
Caballos	1 062	763	156	143
Mulas y asnos	1 114	689	237	188
Cerdos	2 209	1 023	731	455
Aves de corral	71 473	8 458	54 368	8 647
Cobayo o cuy	8 330	5 084	2 404	842

Fuente: INEI, Censo Nacional Agrario 1994.

## ● Estiércol de animales

Sólo una pequeña fracción del material orgánico de los desechos de animales se descompone anaeróbicamente. En este caso fue necesario ubicar al ganado según el clima de la zona en que habitaba (véase el cuadro III.5.2). En 1994, las emisiones debidas al estiércol de animales ascendieron a 11,16 Gg de CH<sub>4</sub> y 1,96 Gg de N<sub>2</sub>O.

## ● Cultivos de arroz

En el período 1993-1995 se cultivaron anualmente 155 000 ha de arroz. La producción fue en promedio de 975 000 tm. Las emisiones de metano alcanzaron los 55,28 Gg (11,73% de las emisiones de este gas en el sector agricultura).

## ● Quema de sabanas

En el Perú, las sabanas<sup>24</sup> se encuentran en los llanos húmedos y en la parte baja de las planicies del departamento de Puno. La superficie de pastos naturales tiene una extensión de 15 680 000 ha. De éstas, 730 000 ha corresponden a pastos manejados y 14 950 000 ha a pastos no manejados.

Las praderas o pastizales altoandinos se ubican en las planicies y laderas de las colinas y montañas que conforman el macizo occidental y macizo oriental de los Andes. Se distribuyen desde ambientes subhúmedos hasta pluviales de aproximadamente 3800-4500 msnm. Ocupan una superficie aproximada de 10 500 000 ha.

Por otro lado, existe la formación tipo sabana en las planicies costeras de los departamentos de Lambayeque, Piura y Tumbes. Durante el período de lluvias veraniegas, esta sabana se cubre en forma temporal de herbáceas tipo dos pajonal, mayormente a base de gramíneas. Sobre este estrato herbáceo emergen algunos árboles achaparrados en forma dispersa, como el algarrobo y zapote, y arbustos como el bichayo y overo.

Asimismo, cabe mencionar la presencia de una sabana hidromórfica en la zona sureste del departamento de Madre de Dios, próxima al río Heath, circundada por el bosque lluvioso subtropical. La sabana está dominada por herbáceas tipo dos pajonal a base de gramíneas y ciperáceas, interrumpidas en algunos sectores por bosques de galería (mayormente palmeras) y en todos los casos por agrupaciones de árboles bajos y arbustos. Estas pampas constituyen extensos pastizales mantenidos por ocasionales incendios en el período seco del año.

La quema de pastizales altoandinos y de sabanas se realiza principalmente para promover la renovación de pastos forrajeros (pastos tiernos). En las praderas áridas y semiáridas, la quema de pastos puede ser ocasionada por los rayos cuando se producen tormentas secas. Este tipo de suceso representa el 5% de la quema de pastos en el país.

El 25% de los incendios de los pastos se debe a negligencias en la quema de residuos agrícolas, a trabajos y exploraciones del monte con auxilio del fuego, a hogueras encendidas por excursionistas, deportistas o transeúntes, etcétera; un 1% se debe a los ferrocarriles, chispas y carbonillas de las máquinas y un 4% a otras causas, como líneas eléctricas, maniobras, cohetes, globos, entre otras. El 40% de los incendios son intencionados.

Finalmente, el origen del 30% remanente no ha llegado a determinarse con claridad y se agrupa bajo la denominación "causas desconocidas".

Los gases de efecto invernadero generados por la quema de sabanas son principalmente el CO<sub>2</sub> con 955,61 Gg, CH<sub>4</sub> con 36,40 Gg, N<sub>2</sub>O con 0,45 Gg y NOx con 16,28 Gg.

## ● Quema de residuos agrícolas

La quema de residuos agrícolas es escasa debido a su gran uso en la agricultura. En orden de importancia, los cultivos cuyos residuos se queman son: algodón, caña de azúcar, arroz, espárrago, maíz amarillo y amiláceo, papa, trigo, cebada y frijol. Al igual que en el caso de las emisiones por cultivo de arroz, para calcular las emisiones de 1994 se ha tomado el cultivo promedio del trienio 1993-1995.

<sup>24</sup> Formaciones tropicales y subtropicales con áreas continuas de pastos, interrumpidas ocasionalmente por árboles y arbustos.

La producción total de los diez cultivos seleccionados fue de 9 716 000 tm. La mayor producción correspondió a la de caña de azúcar, con aproximadamente el 55%, y la menor al frijol, con 0,6%.

La cantidad total de los residuos de los diez cultivos fue de 6 111 000 tm de biomasa; el cultivo de arroz es el que produce mayor volumen de residuos (27%).

La cantidad total estimada de residuos secos fue de 3 633 450 tm, de las cuales el 36% corresponde al cultivo de arroz.

El total de carbono liberado por estos cultivos fue de 593,23 Gg. El 50% de estas emisiones fue causado por el cultivo de algodón. Igualmente, estos cultivos emiten el 50% del total de nitrógeno liberado por todos los cultivos. Esta última cantidad asciende a 8,9 Gg.

Los gases de efecto invernadero distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema en el campo de los residuos de las cosechas son, principalmente: CO, CH<sub>4</sub>, NOx y el N<sub>2</sub>O, que emiten a la atmósfera 82,93 Gg; 3,95 Gg; 2,29 Gg y 0,1 Gg respectivamente (véase el cuadro III.5.1).

### ● Uso de suelos agrícolas

En este rubro se estiman las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que proceden directamente del suelo (sin incluir los efectos de los animales en el pastoreo), las emisiones de N<sub>2</sub>O debidas a la producción animal y las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O provenientes del nitrógeno empleado en la agricultura.

Actualmente, la distribución geográfica del consumo de fertilizantes es poco uniforme: más del 80% se concentra sólo en la costa norte y central (30% del área cultivada), y el resto del país (costa sur, sierra y selva) se queda con menos del 20% del total de fertilizantes consumidos a nivel nacional.

Los fertilizantes nitrogenados más importantes que utiliza la agricultura peruana son la urea y el fosfato diamónico. La urea se aplica a la totalidad de los cultivos de la costa, sierra y selva, principalmente en la caña de azúcar, arroz, algodón, papa, cereales, hortalizas, frutales y pastos cultivados (véase el anexo 20).

El uso del suelo agrícola emite a la atmósfera 39,12 Gg de N<sub>2</sub>O. Las emisiones directas de N<sub>2</sub>O procedentes de suelos agrícolas corresponden al 30% (11,92 Gg) de las emisiones totales de N<sub>2</sub>O; las emisiones directas del N<sub>2</sub>O procedentes del uso del desecho animal por pastoreo corresponden al 43% (16,80 Gg) del total y las emisiones indirectas del suelo agrícola producto de la lixiviación y gasificación corresponde al 27% (10,40 Gg) del total de las emisiones.

## III.6 Cambio de uso de la tierra y silvicultura

El mayor potencial tanto de emisión como de captura de gases de efecto invernadero se encuentra en este sector. Las categorías consideradas son las siguientes:

- Captura de carbono por cambios en bosques y otros stocks de biomasa leñosa, abandono de tierras manejadas e impacto de la agricultura sobre el suelo.
- Emisión de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono por conversión de bosques y pastizales.

### ● Cambios en bosques y otros stocks de biomasa leñosa

Por razones de representatividad y abundancia, para estimar los niveles de captura de carbono se consideraron los siguientes campos: (i) plantaciones forestales o bosques cultivados; (ii) bosques aprovechados por la industria forestal; (iii) cultivos perennes. La emisión de CO<sub>2</sub> tiene relación con las siguientes actividades productivas del sector forestal: (i) extracción y transformación de la madera con fines industriales (madera aserrada, parquet, triplay, etcétera), y (ii) extracción y producción de leña para las poblaciones rurales.

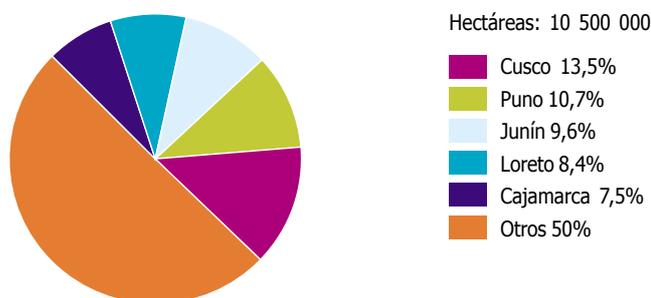
El secuestro de carbono por parte de los tres campos forestales mencionados para el año 1994 fue de 13 906 Gg CO<sub>2</sub>. De este total, los bosques intervenidos por la industria maderera participaron con el 55,14%; las plantaciones forestales con el 27,09% y los cultivos permanentes con el 17,77%. Finalmente, la cosecha y extracción de recursos forestales emitieron 9784 Gg de CO<sub>2</sub>, con lo que se tiene un balance de 4122 Gg de captura de CO<sub>2</sub> en este rubro.

### ● Plantaciones forestales

Aunque la superficie apta para reforestación es de 10 500 000 ha (véase el gráfico III.6.1 para la distribución por departamentos), en 1994 las plantaciones forestales tenían un área de 342 522 ha. Se estima que el 50% de las plantaciones tiene un desarrollo aceptable, con un crecimiento anual del orden de 8 tm de biomasa seca/ha/año. La otra mitad presenta un desarrollo reducido estimado en 4 tm de biomasa seca/ha/año. La captura de CO<sub>2</sub> de las plantaciones forestales asciende a 3767 Gg de CO<sub>2</sub>.

Gráfico III.6.1

Tierras aptas para reforestación



### ● Bosques aprovechados por la industria maderera

Según las estadísticas del MINAG, en los últimos treinta años la industria maderera ha consumido un total de 29 900 000 m<sup>3</sup> de madera rolliza proveniente de pequeños y medianos contratos de extracción. Si se considera la intensidad promedio de extracción de la industria maderera nacional (5 m<sup>3</sup>/ha), durante el período 1965-1994 se habría dispuesto de 6 000 000 de hectáreas de bosques aprovechados parcial y selectivamente.

Estos bosques explotados tienen dos destinos. Una parte es asimilada por la agricultura migratoria y se convierte posteriormente en bosque secundario. La otra mantiene su condición de bosque con extracción selectiva, y presenta diferentes niveles de alteración y de incremento de biomasa. Se estima que el 30% del total de bosques aprovechados (6 000 000 de hectáreas) se transforman en tierras agropecuarias migratorias.

Los bosques explotados por la industria en el año 1994 capturan 2091 Gg de carbono, lo que equivale a 7669 Gg de CO<sub>2</sub>.

### ● Cultivos perennes

Los cultivos perennes leñosos, como los frutales y los sistemas agroforestales, constituyen una importante fuente de captura de carbono en la medida en que en conjunto representan una superficie superior a las plantaciones forestales. En 1994 la superficie cosechada de estos cultivos fue de 572 278 ha. De dicha superficie, 30% pertenece a los frutales y 35% a los cultivos agroindustriales como café, cacao, achiote, olivo, palma aceitera y té. El 35% restante corresponde al cultivo de la hoja de coca (véase el cuadro III.6.1).

En el caso de los frutales se considera una biomasa de 1 tm/ha/año, índice ligeramente superior al de los bosques explotados con presencia de lianas y enredaderas, pero inferior a los incrementos de biomasa de los frutales y sistemas agroforestales de la selva central. En lo que respecta a los cultivos agroindustriales se considera 1,20 tm/ha/

año y en cultivos especiales como las plantaciones de coca y té 1,30 tm/ha/año, cantidad que incluye la biomasa de la hoja cosechada anualmente. La captura anual por cultivos perennes resultó ser de 674 Gg de carbono, que equivale a 2470,6 Gg de CO<sub>2</sub>.

### ● Cosecha y extracción de recursos forestales

La producción nacional de madera rolliza en 1994 ascendió a 7 569 085 m<sup>3</sup>. De este volumen, 1 280 220 m<sup>3</sup>, es decir 16,90% de la producción total, se destina para fines industriales, mientras que los 6 288 865 m<sup>3</sup> restantes (83,10%) se utilizan para la producción de energía. La conversión de la madera de los bosques en productos manufacturados de largo período de uso representó en 1994 una emisión potencial de 608 Gg de carbono, en tanto que el consumo de leña y carbón significó una emisión real de 2060 Gg. Esto equivale a 2230 Gg de CO<sub>2</sub> y 7554 Gg de CO<sub>2</sub>, respectivamente.

CUADRO III.6.1 Extensión de cultivos perennes 1994

Cultivo	Extensión (ha)
Achiote	6 083
Cacao	23 657
Café	164 230
Coca	199 115*
Coco	796
Limón	19 759
Mandarina	4 999
Mango	9 404
Manzana	10 517
Naranja	18 460
Olivas	5 839
Palma aceitera	5 770
Palta	6 368
Papaya	9 388
Pecana	553
Piña	6 039
Plátano	69 401
Té	2 170
Uvas	9 730
<b>Total</b>	<b>572 278</b>

Fuentes: MINAG, Producción agrícola 1994.  
\* Cabieses 1995.

### ● Conversión de bosques y pastizales

Este cambio de uso de la tierra está específicamente referido a la agricultura migratoria, que, en el Perú, convierte anualmente enormes extensiones de ecosistemas forestales en tierras de cultivo y pasturas.

De acuerdo al monitoreo de la deforestación en la Amazonia peruana, el cambio de uso de tierras por la agricultura migratoria representó en 1990 la pérdida acumulada de 6 948 000 ha<sup>25</sup> de ecosistemas forestales, ubicados mayormente en las partes inferiores y medias de los bosques de montañas de los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín, Huánuco, Pasco y Junín y en las terrazas y colinas bajas de Loreto y Ucayali (véase el mapa III.6.1).

Para fines del presente estudio fue necesario reagrupar tanto los ecosistemas de importancia forestal como la superficie anual deforestada, de acuerdo a las seis categorías de bosques sugeridas por el IPCC (1996).

<sup>25</sup> La tasa de deforestación anual es de 261 200 ha para los bosques de la Amazonia peruana, sin considerar otros tipos de vegetación.

Se estima que la mitad de la biomasa es quemada *in situ* y 5% *ex situ*. El resto se descompone en el lugar. Con base en estos indicadores, se determinó que en 1994 hubo una pérdida de 47 648 000 tm de biomasa como materia seca y una emisión de 22 497 Gg de carbono, equivalentes a 82 488 Gg de CO<sub>2</sub>.

A partir de la combustión *in situ* de la biomasa forestal transformada por la agricultura migratoria en 1994, se produjeron otros gases de efecto invernadero: metano, monóxido de carbono, óxido nitroso y otros óxidos de nitrógeno. Para determinar sus volúmenes se emplearon los indicadores de conversión sugeridos por la metodología del IPCC.

### ● Abandono de tierras manejadas

De los 8 000 000 de hectáreas de bosques intervenidos, se estima que 6 100 000 de hectáreas de bosques secundarios son catalogadas como tierras abandonadas. Las 1 900 000 restantes son cultivos agrícolas, pastizales y terrenos abandonados o en proceso de erosión.

Para los bosques secundarios con edades menores a 20 años y que ocupan una extensión de 2 250 000 ha, se considera un incremento medio anual de 7 tm de biomasa seca/ha. En el caso de los bosques secundarios mayores de 20 años, estimados en 3 850 000 ha, se emplea el índice recomendado por el IPCC de 1,20 tm de biomasa seca/ha para ecosistemas tropicales similares a los del Perú.

Se estima el secuestro de 10 185 Gg de carbono, esto es 37 345 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, por los bosques secundarios.

### ● Impacto de la agricultura sobre el suelo

Las fuentes consideradas para medir las emisiones y la captura de CO<sub>2</sub> son: a) cambios en el stock de CO<sub>2</sub> de suelos minerales asociados con los cambios en el uso y manejo de los suelos, b) emisiones de CO<sub>2</sub> de suelos orgánicos, y c) emisiones de CO<sub>2</sub> a partir del encalado de los suelos.

Con el propósito de realizar los cálculos relevantes, asumiremos que las tierras sometidas a cambios de uso son bosques naturales. Éstos, en un período de 22 años, se convierten hipotéticamente en tierra agrícola o tierra en abandono. Los sistemas de manejo considerados son las tierras agrícolas de labranza, las tierras agrícolas con cultivos permanentes y los bosques secundarios. Con base en estos considerandos se obtiene un almacenamiento de carbono en los suelos minerales de 497 000 de Gg de carbono, lo que equivale a 23 000 Gg de carbono en un año promedio. De este total, el 93% corresponde al crecimiento del bosque secundario. Los suelos orgánicos cambiados en uso hacia agricultura están representados por los bofedales en las partes altas de los Andes (3421 ha) y por los manglares (150 ha). Debido al manejo de estos suelos, se emite 86 280 Gg de carbono al año; más del 99% de esta cifra le corresponde a los bofedales.

Por tratarse de una práctica muy poco difundida, no se ha considerado el encalado de los suelos.

Los resultados del impacto de la agricultura migratoria sobre los suelos indican una captura neta de 3823 Gg de CO<sub>2</sub> (véase el cuadro III.1.2).

## III.7 Desechos

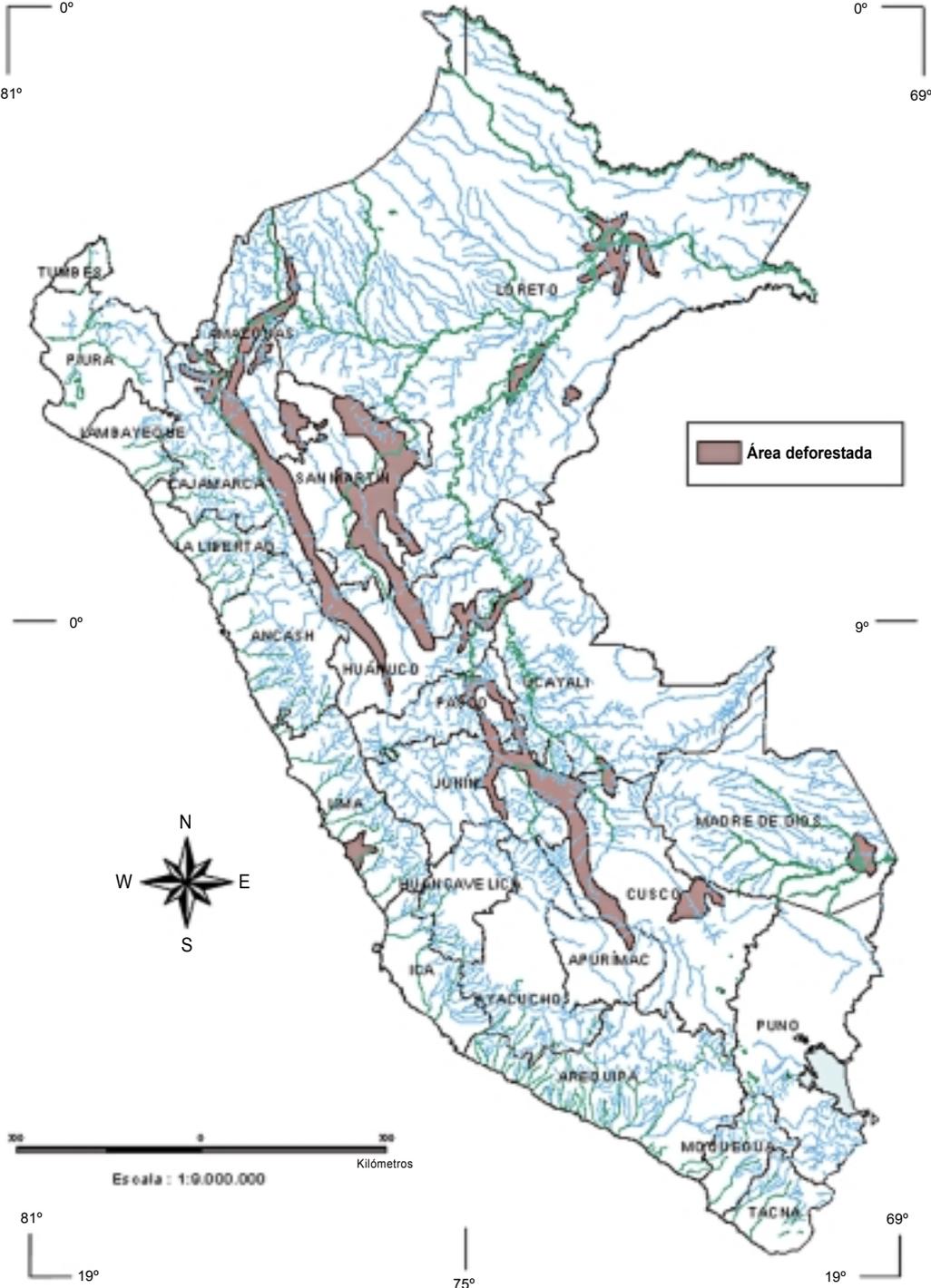
Las categorías que se medirán en este rubro son las siguientes<sup>26</sup>:

- Emisiones de metano por vertederos, por aguas residuales domésticas e industriales y por heces humanas.
- Emisiones de óxido nitroso por heces humanas.

<sup>26</sup> Mayor información en los anexos 29-34.

# Mapa III.6.1

## Perú. Mapa de deforestación



## ● Vertederos

En 1994 la población del Perú fue de 23 000 000 de habitantes. El 28,7% de esta población (6 600 000) vivía en la capital, Lima. La población urbana se estimó en 15 800 000 (68%) y la rural en 7 300 000 (32%).

La tasa de generación de desechos media urbana en el país es de 0,54 kg/hab/día. Se ha calculado que la basura recolectada en 1994 por unidades móviles (camiones recolectores) fue de 7949 tm diarias a nivel nacional. De esta cifra, 3986 tm/día corresponden al departamento de Lima. La generación mensual de desechos en esta ciudad se estima en 102 570 000 tm. De este total, sólo el 31% es depositado en los dos rellenos sanitarios existentes desde el año 1988. El 69% restante de los desechos domiciliarios generados en Lima se dispone en "botaderos" ubicados en diferentes puntos de la ciudad, sin control sanitario. En la ciudad de Trujillo existe un relleno sanitario. De los 24 departamentos del Perú, 18 emplean botaderos para la disposición final de los desechos que generan.

Para estimar las emisiones de metano por los desechos sólidos hay que tener en cuenta lo siguiente: a) 23% de los residuos orgánicos se utiliza para alimento de cerdos; b) los residuos orgánicos e inorgánicos con algún valor se reciclan; c) se toma por defecto el factor de corrección de metano del manual de trabajo 1996, a excepción de Lima Metropolitana donde se ha considerado los diferentes tipos de vertederos usados, y d) se asume por defecto el valor del carbono orgánico degradable (COD). Así, las emisiones de metano a nivel nacional para 1994 fueron de 95 Gg, que representa el 85% de emisiones en el área de desechos.

## ● Aguas residuales domésticas

Las emisiones generadas por esta fuente liberan a la atmósfera 2,08 Gg de metano, y representan el 1,8% de las emisiones en el rubro de desechos del año 1994. Para la aplicación de la metodología se ha considerado que los desechos producidos en las áreas urbanas son dispuestos anaeróbicamente en sistemas de alcantarillado.

En Lima Metropolitana el servicio de alcantarillado se calcula en un 95% de la cobertura total del servicio de agua potable (6527 km en 1990), porcentaje que no incluye aquellas industrias que cuentan con sus propios colectores. Se estima, además, que el 80% del caudal utilizado por los usuarios del servicio va a los colectores principales.

La descarga de aguas residuales de Lima Metropolitana va directamente al mar y a los ríos, lo que ocasiona la contaminación de las playas. Las consecuencias para la salud de la población que frecuenta estas últimas son muy serias, principalmente en los meses de verano (enero, febrero y marzo).

La cobertura del servicio de alcantarillado en otros departamentos del Perú es muy deficiente: llega sólo al 17%. Sin considerar Lima, en el Perú menos del 25% de la población cuenta con servicio de alcantarillado. La eliminación de excretas se hace principalmente a campo abierto (aproximadamente en un 75%) y también se utilizan letrinas (8%). El sistema de letrinas es otra alternativa de disposición de desechos domésticos.

En 1993 casi el 38% del total de viviendas rurales y urbanas no tenía servicios higiénicos y el 40% de las viviendas contaba con servicio de red pública.

**CUADRO III.7.1** Servicios de saneamiento básico en el Perú 1993

Abastecimiento	%	Servicios higiénicos	%
Red pública dentro de vivienda	46,7	Red pública dentro de vivienda	35,7
Red pública fuera de vivienda	10,7	Red pública fuera de vivienda	4,3
Pozo	11,6	Pozo ciego	20,5
Río, acequia, manantial	23,3	Sobre acequia y canal	1,7
Otros	7,7	Sin servicio	37,8
Total	100,0	Total	100,0

Fuente: INEI, Compendio Estadístico 1996-1997.

De acuerdo a los cálculos, en 1994 el Perú generó 230,7 Gg de componente orgánico biodegradable (DBO). Lima estaría generando 92 Gg de aguas negras, es decir, el 40% del total de aguas negras producidas a nivel nacional.

Los resultados indican una emisión neta de 2,1 Gg de metano a nivel nacional para 1994 por el uso de aguas residuales municipales. Dicho valor es bastante bajo en comparación con el promedio estimado para otros países de Sudamérica, que emiten alrededor de 20 Gg al año. Es de suponer que éste se incrementará con el uso de plantas de tratamiento de aguas servidas como está proyectado.

### ● Aguas residuales industriales

Las emisiones producidas por esta fuente liberan a la atmósfera 14,58 Gg de metano, que representan aproximadamente 13% de las emisiones de metano en el área de desechos para el año 1994.

Las principales industrias seleccionadas que generan mayor volumen de efluentes industriales son las siguientes: curtiembres, industria textil, industria de bebidas (incluye cerveza), industria de alimentos, industria de pulpa y papel y refinerías de petróleo, entre otras<sup>27</sup>. Las aguas residuales industriales también se emplean en la agricultura para el riego de cultivos, sin el respectivo tratamiento. Además, muchos de los efluentes industriales se vierten a los colectores sin ningún tipo de tratamiento y luego son descargados en los ríos o el mar.

En 1994 las emisiones netas de metano procedente de las aguas negras industriales fueron de 15,087 Gg. Este valor estaría subestimado por cuanto se asume que las industrias no usaron plantas de tratamiento en dicho año.

### ● Heces humanas

Para estimar las emisiones de óxido nitroso en esta subárea se ha tenido en cuenta el consumo mínimo de proteínas por persona de 50 gramos/día. Debido a la falta de información para el año 1994 y a la estabilidad en el consumo per cápita de proteínas para el período 1980-1993, se tomó el dato de 54,2 gr/persona/día de 1993. El resultado fue un monto de emisiones de óxido nitroso de 1,15 Gg debido a las heces humanas.

<sup>27</sup> Incluye acero y hierro, textiles, caucho y camales.



## D ESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS, POLÍTICAS Y MEDIDAS SECTORIALES CON IMPACTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

En los años noventa, el Perú ejecutó un plan de reforma estructural con el propósito de liberalizar la economía. A nivel sectorial, este programa se tradujo en un nuevo conjunto de medidas reguladoras (véase cuadro IV.1).

**CUADRO IV.1** Principales políticas sectoriales

Energía	Transporte	Forestal
Eliminación de subsidios a los combustibles fósiles.	Desregulación generalizada de los servicios públicos de transporte terrestre.	Medidas iniciales para promover la reforestación.
Privatización de la generación y distribución de energía.	Importación de vehículos usados.	Nueva ley forestal que promueve los servicios ambientales y concesiones sólo para bosques manejados.
Medidas iniciales para promover la eficiencia energética.	Medidas iniciales para protección de la calidad del aire y estudios para primeros límites permisibles de vehículos.	Nueva legislación de áreas naturales protegidas.
	Elaboración de proyectos de reordenamiento del transporte urbano en Lima Metropolitana.	

La nueva regulación ha tenido un profundo impacto ambiental. En el sector transporte, por ejemplo, ha provocado un gran desorden vehicular en Lima Metropolitana. En otros sectores, el impacto ambiental ha sido favorable. Nos referimos a la nueva legislación para promocionar la reforestación y proteger importantes áreas naturales ubicadas en diversas regiones del país.

Asimismo, se ha podido identificar varias opciones dirigidas a mitigar el daño ambiental. Incluso se ha seleccionado un conjunto de proyectos orientados a reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

En seguida describimos las principales políticas sectoriales ejecutadas por el Estado durante la última década.

## IV.1 Sector energía

Las políticas energéticas afectan las emisiones de gases de efecto invernadero en la medida en que influyen en el comportamiento de variables tales como la eficiencia energética, los hábitos de consumo, la elección de compra entre los distintos combustibles, etcétera. Estas políticas son las siguientes:

- Política de impuestos a los combustibles fósiles.
- Proceso de privatización.
- Eficiencia energética.
- Apoyo a las energías renovables.
- Fomento del uso de gas natural.

### ● Política de impuestos a los combustibles fósiles

En el subsector de hidrocarburos, el Estado ha retirado los subsidios a los combustibles derivados del petróleo. Los subsidios directos o indirectos otorgados anteriormente al kerosene, al petróleo diesel y al carbón importado distorsionaban fuertemente el mercado de energéticos alternativos. Sin embargo, la decisión de eliminarlos no garantiza por sí sola que el mercado no sufrirá distorsiones, ya que éstas pueden ser producidas por precios relativos, por las tasas diferenciadas del impuesto selectivo al consumo (ISC) o por efecto de la formación de oligopolios (como en el caso del gas doméstico) al fijarse precios artificiales en un mercado cautivo.

Actualmente existe un ISC de combustibles fósiles con tasas diferenciadas según productos, pero no según criterios ambientales. En setiembre de 1999 la gasolina de 84 octanos (con plomo) pagaba un ISC de US\$ 0,61 por galón, la gasolina de 95 octanos (con plomo) pagaba US\$ 0,87 por galón y la gasolina de 97 octanos (sin plomo) pagaba US\$ 0,96 por galón. El kerosene pagaba un ISC de US\$ 0,14 por galón y el gas licuado de petróleo pagaba US\$ 0,14 por galón. Tanto el carbón como el residual 6 no pagaban ISC.

A partir de 1999, con la Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonia, los impuestos al gas natural, petróleo y sus derivados no se aplican a las empresas ubicadas en Loreto, Ucayali y Madre de Dios (departamentos fronterizos de selva).

**CUADRO IV.1.1** Evolución del ISC a los combustibles 1990-1999 (US\$ por galón)

Fecha de vigencia	Diesel 2	Gasolina 84	Gasolina 95	Gasolina 97	Residual 6	Kerosene	GLP
Agosto 1990	0,88	1,11	0,7	-	0,63	0,90	0,00
Agosto 1991	0,64	1,10	1,51	-	0,54	0,59	0,58
Agosto 1992	0,43	0,90	1,29	-	0,39	0,39	0,36
Agosto 1993	0,21	0,54	0,59	-	0,40	0,21	0,18
Agosto 1994	0,33	0,63	0,94	0,95	0,21	0,15	0,23
Agosto 1995	0,33	0,62	0,91	0,93	0,17	0,16	0,24
Agosto 1996	0,33	0,63	0,93	1,02	0,19	0,16	0,22
Agosto 1997	0,39	0,60	0,87	0,95	0,05	0,17	0,23
Agosto 1998	0,40	0,59	0,86	0,95	-	0,17	0,17
Setiembre 1999	0,39	0,61	0,87	0,96	-	0,14	0,14

Fuente: MEM.

### ● Proceso de privatización

En 1993, luego de la aprobación de la Ley de Concesiones Eléctricas y de la Ley General de Hidrocarburos, se produjo un cambio radical en el sector energético. Estas leyes promovieron las inversiones privadas nacionales y extranjeras en los subsectores comerciales de electricidad e hidrocarburos, los dos más importantes y más favorecidos con dichas inversiones. No obstante, siete años después, los costos de la energía para los usuarios se han incrementado en forma desproporcionada teniendo en cuenta los estándares internacionales.

El gobierno elaboró un cronograma de privatización de infraestructura energética estatal que ha sido cumplido parcialmente. Entre 1991 y 1998 los ingresos por privatización del sector eléctrico superaron los US\$1 900 000 000, lo que representa un 22% del total privatizado. Estas privatizaciones han generado compromisos de inversión de US\$7 024 000 000.

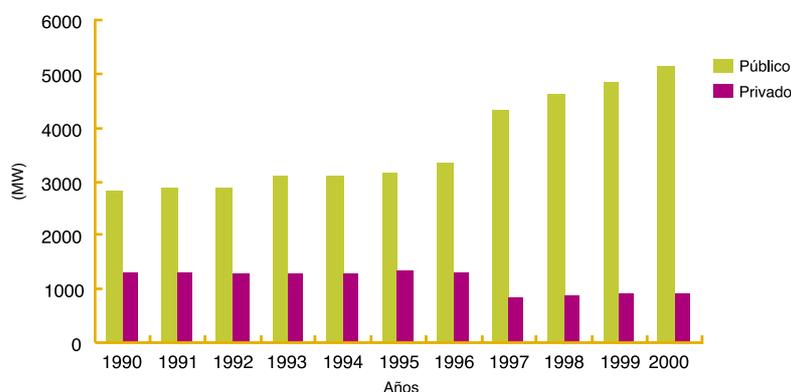
En el gráfico IV.1.1 se aprecia la evolución de la potencia instalada de empresas generadoras del servicio de electricidad para los sectores público y privado. Análogamente, las empresas privadas tuvieron una participación del 44% en la producción total de energía eléctrica durante el mismo año, mientras que el 56% le correspondió a las empresas estatales.

Por otro lado, las privatizaciones han conducido a una mejora en la eficiencia energética del sector. Ésta se evidencia en la reducción de las pérdidas en el sistema de distribución, las mismas que descendieron de 20,6% en 1994 a 11,8% en 1999.

### Gráfico IV.1.1

Potencia instalada a nivel nacional, según sector público y privado 1990-2000

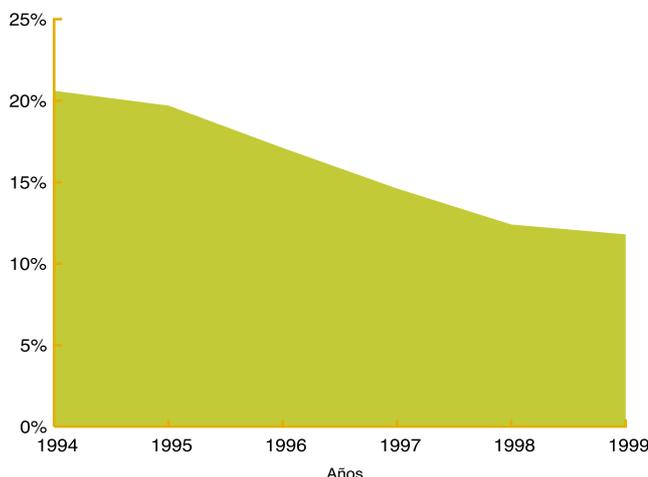
Fuente: Dirección General de Electricidad, *Electricidad 99*, Boletín N°1, noviembre de 1999. Elaboración propia.



### Gráfico IV.1.2

Evolución de las pérdidas de energía en los sistemas de distribución 1994-1999

Elaboración propia.



La Ley de Concesiones Eléctricas introdujo una reestructuración que consistía en separar el negocio en tres actividades diferenciadas entre sí: generación, transmisión y distribución de electricidad. El objetivo era promover la competencia entre empresas e impedir la formación de oligopolios.

Asimismo, se fijaron normas de saneamiento empresarial para las empresas estatales que iban a ser privatizadas. Éstas debían ajustarse a un cronograma de mejoras técnicas, financieras y gerenciales a fin de hacerlas atractivas para los potenciales inversionistas privados. Aun cuando estas previsiones encontraron obstáculos, hacia 1998 el 43% de la producción y el 70% de la distribución de energía eléctrica ya se encontraban en manos del sector privado.

Simultáneamente, se reservó para el Estado la realización de algunas importantes obras de infraestructura, como la extensión de la red de distribución eléctrica para incrementar la cobertura de electrificación; el proyecto de interconexión entre los sistemas eléctricos SICN (Sistema Interconectado Centro Norte) y SINSUR (Sistema Interconectado Sur) por medio de una línea de transmisión entre la central del Mantaro en Huancavelica y el nodo de Socabaya en Arequipa; la construcción de la Central Hidroeléctrica de San Gabán en Puno (actualmente en operación); la potenciación de sistemas térmicos aislados y locales y la instalación de pequeñas centrales termo e hidroeléctricas para pequeños poblados del país, entre otras obras.

En el subsector eléctrico se destinó un gran esfuerzo económico a la extensión de la red de distribución. En consecuencia, entre 1990 y 1999 el coeficiente nacional de electrificación ha pasado del 50 al 73%.

## ● Eficiencia energética

En 1994, con el propósito de enfrentar el déficit de energía eléctrica existente en el país, se creó el Programa para Ahorro de Energía (PAE) del Ministerio de Energía y Minas (MEM). Sus objetivos fueron: 1) mejorar los hábitos de consumo de la población, y 2) promover la utilización de equipos energéticamente eficientes.

Los medios para la consecución de tales objetivos en el sector residencial fueron diversos. Desde 1995 el PAE realiza, conjuntamente con el Ministerio de Educación (MED), una campaña educativa que, entre otras medidas, ha incorporado en el currículo de estudios el tema del uso racional de la energía. Las campañas publicitarias e informativo-demostrativas tienen como objetivo sensibilizar a la población para formar una cultura de uso eficiente de la energía. La campaña de sustitución de focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas ha logrado la sustitución de 1 500 000 focos incandescentes desde el año 1995 (300 000 por año) y con ello permitido reducir más de 100 MW de potencia.

En el sector productivo y de servicios se han desarrollado cursos de capacitación de nivel básico, intermedio y de posgrado en eficiencia energética. Su finalidad fue preparar recursos humanos para establecer un mercado de eficiencia energética en el Perú a través de Empresas de Servicios Energéticos (EMSEE). Este esfuerzo es acompañado con la publicación de *softwares* gratuitos especializados en eficiencia energética para el sector productivo y la edición de una revista.

Por otro lado, se está ejecutando un programa de información y de sustitución de fluorescentes más eficiente en entidades estatales.

En el sector transporte, el PAE llevó a cabo una campaña informativa dirigida principalmente al servicio de taxis y de transporte público.

La normalización de equipos es otra de las medidas que ha trabajado el PAE; ésta se aplica para los usos de iluminación, refrigeración, motores eléctricos, calderas industriales y colectores solares.

Además, se viene realizando una campaña de promoción de energías renovables que consiste en electrificar locales comunales modelo. Asimismo, con fines demostrativos, se ha electrificado con sistemas fotovoltaicos la isla de Taquile y otras vecinas en el lago Titicaca (departamento de Puno), donde hasta la actualidad hay instalados 420 sistemas fotovoltaicos domiciliarios.

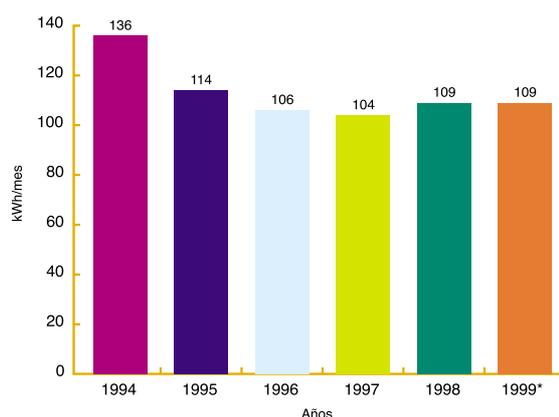
Desde que el PAE inició sus actividades la demanda de electricidad se ha incrementado en un 10%, mientras que el PBI creció en 20% en el mismo período. El consumo promedio mensual de una familia peruana se redujo en más del 15%. Por último, hace cuatro años sólo un 14% de la población apagaba los focos innecesariamente encendidos en sus casas, mientras que en la actualidad lo hace el 55%.

Los programas de eficiencia energética realizados por PAE produjeron, según varios estimados, una reducción promedio de 100 Gg de CO<sub>2</sub>/año.

## Gráfico IV.1.3

Evolución del consumo promedio en el sector residencial a nivel nacional (kWh/mes) 1994-1999

Fuente: CTE, DGE.  
Elaboración: PAE.



### ● Apoyo a las energías renovables

En mayo de 1999 el Perú inició el proyecto de electrificación rural a base de energía fotovoltaica. Tiene una duración de cinco años y cuenta con un presupuesto de US\$ 10 974 112, financiado en un 51,42% por el gobierno peruano y 36,04% por el GEF. El resto es cubierto con el aporte privado. Su objetivo principal es eliminar las barreras para la electrificación rural utilizando tecnología fotovoltaica en áreas rurales remotas.

El proyecto demostrará la viabilidad de establecer microempresas para vender, mantener y operar sistemas fotovoltaicos, y creará incentivos para inversiones mayores de los sectores público y privado en electrificación rural basada en esta tecnología. Uno de los componentes más importantes para el logro de dicho objetivo es la elaboración de la legislación para la concesión de servicios eléctricos rurales de energía renovable. La dispersión geográfica de los hogares rurales y las dificultades de transporte en la zona imponen sobre los sistemas de concesión altos costos de transacción.

El proyecto seleccionó un total de 250 pequeñas comunidades marginales ubicadas en las ciudades de Pucallpa, Iquitos, Puerto Maldonado y Jaén (ciudades de la selva peruana) y prevé la instalación de 12 500 sistemas. Durante el año 2000 se instalaron 1530 sistemas fotovoltaicos; los restantes se montarán en el año 2001.

### ● Fomento del uso de gas natural

Hoy en día, el gas natural representa un componente muy pequeño de la oferta energética nacional. Sin embargo, dada la estructura de nuestras reservas energéticas, su uso deberá adquirir una importancia crucial en la economía a mediano y largo plazo.

A la fecha, ya se han instalado centrales termoeléctricas a base de gas natural en Talara y Aguaytía por un total cercano a los 300 MW.

El mayor yacimiento de gas natural en el Perú se encuentra cerca a la confluencia de los ríos Camisea y Urubamba. Las reservas probadas totalizan  $8,1 \times 10^{12}$  pies cúbicos de gas y 566 000 000 barriles de condensados líquidos. La extracción del gas se iniciará a fines del 2003 y estará disponible en Lima en el 2004.

CUADRO IV.1.2

Reservas de los yacimientos de Camisea

	Gas ( $10^{12}$ pc)	LGN (Millones de barriles)
San Martín	3,1	214
Cashiriari	5,0	352
Total reservas probadas	8,1	566

El 99% del gas de Camisea está constituido por hidrocarburos. Los yacimientos de Camisea se encuentran entre los mayores de América del Sur y pueden abastecer de energía al país por aproximadamente 80 años.

En febrero del año 2000 se adjudicó la explotación del gas de Camisea al consorcio formado por las empresas Pluspetrol Resources Corporation (Argentina), Hunt Oils Company of Peru (EE.UU.) y SK Sucursal del Perú (Corea). Se espera que el gas sea conducido a Lima a través de un gasoducto en el 2004. El ingreso de Camisea en el escenario energético tendrá un peso decisivo en las estructuras de la oferta y del consumo nacional de energía.

## IV.2 Sector transporte

Las principales políticas peruanas de transporte pueden estudiarse agrupando la legislación relevante en los rubros de la siguiente lista:

- Importaciones de vehículos: liberalización e impuesto selectivo al consumo.
- Desregulación generalizada de los servicios públicos de transporte terrestre.
- Medidas iniciales para protección de la calidad del aire.
- Proyectos de reordenamiento del transporte urbano en Lima Metropolitana.

### ● Importaciones de vehículos: liberalización e impuesto selectivo al consumo

A partir de 1991 el gobierno peruano autorizó la libre importación de vehículos nuevos y usados, así como la reducción de los distintos tipos y niveles de aranceles. Tales medidas incrementaron el parque automotor de 605 550 unidades en 1990 a aproximadamente 1 000 000 en 1997, lo que superó la tasa de crecimiento de los últimos diez años.

Las familias de ingresos medianos pudieron adquirir un auto usado y muchos de los trabajadores despedidos de las empresas del sector privado y público compraron automóviles, camionetas rurales ("combis") o microbuses usados para trabajarlos o hacerlos trabajar en el transporte público como un medio para obtener ingresos.

Este hecho, aunque positivo desde el punto de vista social, impidió una verdadera renovación del parque automotor. Sólo en el período 1991-1997 se importó una gran cantidad de vehículos usados: 142 716 automóviles, 19 849 buses y 19 388 camiones, entre otros.

CUADRO IV.2.1 Importación de automóviles, buses y camiones 1980-1997

Año	Automóviles*		Buses		Camiones	
	Nuevos	Usados	Nuevos	Usados	Nuevos	Usados
1980	2 653		11		245	
1981	19 062		790		1 169	
1982	17 732		752		1 028	
1983	4 510		201		765	
1984	2 432		359		539	
1985	1 705		332		572	
1986	622		7		828	
1987	678		19		456	
1988	748		35		339	
1989	840		13		145	
1990	2 587		303		583	
1991	17 180	2 567	359	984	2 120	1 123
1992	19 143	8 592	516	5 350	1 898	922
1993	13 656	8 777	247	2 970	1 118	1 132
1994	18 799	22 038	264	4 039	2 169	3 553
1995	25 741	56 512	541	3 771	1 944	7 007
1996	27 641	20 717	249	1 742	1 932	2 134
1997	29 758	23 513	201	993	1 527	3 517
1998	23 025	44 184	248	1 532	1 611	9 266
1999	8 243	40 621	193	1 341	563	7 869
Total	236 755	227 521	5 640	22 722	21 551	36 523

\* Incluye station wagon.

La libre importación de motores usados, la inexistencia de revisiones técnicas y la no aplicación de estándares de emisión ha generado que en la actualidad operen motores con niveles de emisión por encima de lo recomendado, lo que hace imposible alcanzar los parámetros de calidad de aire establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Sin embargo, en julio del año 2000 se decretó la modificación de las tasas del impuesto selectivo al consumo aplicable a los vehículos nuevos y usados. En el caso de los primeros la tasa se redujo de 30% a 10%, mientras en los segundos se redujo de 45% y 55% a 30%. Esta medida tiene un doble efecto: por un lado, incentiva una mayor importación de vehículos totales, y, por otro, cambia la composición de las importaciones al reducir la participación de la importación de vehículos usados sobre el total de vehículos importados.

## ● Desregulación generalizada de los servicios públicos de transporte terrestre

En vista de que los servicios de transporte público terrestre no satisfacían la demanda de la población, en 1991 el gobierno peruano autorizó la desregulación total de dichos servicios, medida que conllevó el libre acceso a las rutas y la fijación de tarifas. Adicionalmente, autorizó la importación de todo tipo de vehículos (nuevos y usados) y rebajó los aranceles.

La ausencia de regulaciones sobre las características técnicas y de emisión permisibles contribuyó al ingreso de vehículos mayormente usados y al rápido incremento de la flota destinada al servicio público de carga y pasajeros a nivel nacional en todas sus modalidades.

Sólo en Lima Metropolitana la flota del servicio público urbano de pasajeros se incrementó de 10 000 vehículos en 1991 a 47 500 en 1999. El bajo valor de adquisición y mantenimiento de vehículos usados con pequeña capacidad de transporte (combis o camionetas rurales) ocasionó su ingreso mayoritario al parque automotor. A nivel nacional, el número de camionetas rurales se incrementó en 187,55% entre 1990-1996. Mientras tanto, en la ciudad de Lima el parque automotor de transporte público urbano está constituido por 51% de camionetas rurales, 39% de buses y 10% de microbuses.

## ● Medidas iniciales para la protección de la calidad del aire

En octubre de 1999 se promulgó la Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, que dispone la restitución de las revisiones técnicas para los vehículos. Ahora las revisiones técnicas comprenderán la realización de exámenes de los gases de escape de los vehículos con equipos debidamente homologados, así como de las medidas de seguridad. Igualmente, se ha programado la aprobación de los límites máximos permisibles durante el año 2001, antes de que entren en operación las revisiones técnicas de los vehículos.

En el mes de Junio del 2001 se aprobaron los estándares nacionales de calidad del aire, después de una consulta nacional con el sector empresarial privado y el sector público. La norma se refiere únicamente a los contaminantes criterio<sup>28</sup>, como el material particulado fino, el monóxido de carbono, el dióxido de azufre, el plomo, el ozono, los óxidos de nitrógeno y el sulfuro de hidrógeno. No se cuenta con sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Por otro lado, una de las medidas que se viene aplicando en forma satisfactoria es el retiro gradual del plomo de la gasolina, establecida mediante el DS 012-98-MTC.

La no identificación de fuentes de emisión y la falta de infraestructura de monitoreo atmosférico son limitantes para llevar a cabo el comercio económico de emisiones, pero no impedirán que los GEI se sigan acumulando. Actualmente viene funcionando una red básica de monitoreo para Lima y Callao que consta de cinco estaciones.

En cuanto al uso de combustibles con menor contenido de carbono, existen dieciséis gasocentros para la distribución del gas licuado de petróleo. Su uso se está extendiendo a ritmo lento en los vehículos del país, principalmente en vehículos de servicio de taxi. Se estima que en el Perú hay actualmente unos 2000 automóviles dedicados a la actividad de taxis que han sido convertidos de gasolina a GLP<sup>29</sup>.

<sup>28</sup> Son aquellos contaminantes que afectan la salud humana.

<sup>29</sup> Datos proporcionados por el Centro de Investigación y Asesoría de Transporte Terrestre (CIDATT), basados en una encuesta realizada en diciembre de 1999.

Hasta setiembre de 1999 las disposiciones que regulaban el establecimiento de los gasocentros desincentivaban su construcción: los requerimientos de seguridad y de extensión del área del establecimiento eran muy exigentes, lo que elevaba la inversión. Gracias a la promulgación del decreto de simplificación de procedimientos administrativos y modificación de reglamentos sobre seguridad para instalaciones, transporte y establecimientos de venta de GLP (DS N° 054-99-EM), se espera que la distribución y venta de GLP en el transporte automotor en el Perú crezca.

En el período 1990-1996 se dio un proceso muy importante de migración del uso de gasolina hacia el uso del petróleo diesel que incrementó las emisiones de GEI por kilómetro recorrido. Las principales razones de este cambio fueron el diferencial de precios entre las gasolinas y el petróleo diesel y la importación de vehículos usados petroleros destinados al servicio de taxis. Tal tendencia ha disminuido a raíz de la reducción en el diferencial de precios entre las gasolinas y el petróleo diesel.

### ● Calidad de combustibles

En el Perú, el combustible diesel que usa el 100% del transporte urbano y de carga pesada y gran cantidad de taxis y vehículos particulares presenta un elevado contenido de azufre (entre 5000 y 7000 ppm), lo que se traduce en una mayor emisión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Se trata de un combustible muy sucio en comparación con el diesel europeo (300 ppm de azufre; proporción 23 veces menor). Por otro lado, aún se comercializa la gasolina con plomo, cuya combustión causa graves daños a la salud, en especial de los niños. A pesar de sus consecuencias adversas para el ambiente, en nuestro país se incentiva el empleo de estos combustibles porque su precio es bastante inferior al de las gasolinas sin plomo.

### ● Proyectos de reordenamiento del transporte urbano en Lima Metropolitana

El principal es el Proyecto de Transporte Urbano Metropolitano (PROTUM), cuyos estudios definitivos han concluido y se encuentra a la espera de financiamiento para la fase de ejecución, calculada en cuatro años. Se trata de un préstamo del Banco Mundial pendiente de aprobación por un monto de US\$ 365 000 000.

Los objetivos del proyecto son:

- Ayudar a crear un entorno regulatorio e institucional adecuado para el transporte urbano a través del Consejo de Transporte de Lima y Callao.
- Habilitar 67 km de vías exclusivas para el transporte público en los principales ejes de la ciudad.
- Ejecutar un programa de mejoras al transporte urbano en gestión de tránsito.
- La semaforización, rehabilitación y mantenimiento vial, pavimentación de vías en áreas de bajos ingresos, seguridad vial, peatonalización y ciclovías y reducción de la contaminación ambiental.

Asimismo, desde 1986 se proyecta un sistema de transporte masivo para Lima y Callao, el mismo que aún no entra en operación por falta de financiamiento. Ya se encuentran construidos y equipados los primeros 10 km en el sur de la ciudad. Está pendiente la construcción de por lo menos 6,5 km para que el sistema conecte lugares atractores y generadores, con una demanda que cubra los costos operativos al unirse con los buses en vías segregadas del Proyecto de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao. Los estudios de factibilidad estiman en US\$ 260 000 000 la inversión necesaria para tal fin.

## IV.3 Sector de la agricultura y la forestería

Las acciones de política en el sector forestal pueden agruparse en los siguientes rubros:

- Nueva legislación forestal.
- Acciones a favor de la forestación y reforestación.
- Manejo de bosques naturales.
- Manejo de áreas naturales protegidas.

## ● Nueva legislación forestal

En julio del año 2000 se promulgó la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley 27308), que constituye el principal instrumento de política forestal nacional. Esta ley impulsa las actividades vinculadas a la explotación forestal: fomenta la participación del sector privado, el ordenamiento forestal, la protección de los recursos forestales y de fauna silvestre e incorpora los servicios ambientales de los bosques (absorción de carbono). Los ejes de la política forestal son la promoción de la transformación y comercialización de los productos forestales y las actividades de forestación y reforestación, mediante el otorgamiento de concesiones de tierras por períodos renovables de cuarenta años. Según la ley, el Estado debe promover con carácter prioritario las actividades de reforestación.

A partir del año 2005 el Estado pondrá en ejecución un mecanismo de indemnización por la contaminación originada debido al consumo de combustibles fósiles. Los fondos recaudados se destinarán al financiamiento de actividades de conservación y rehabilitación de bosques.

## ● Acciones a favor de la forestación y reforestación

En 1997 se inició el programa "cien millones de árboles", el mismo que ha logrado establecer 126 500 000 plántones forestales a nivel nacional. Además, se efectuó la reforestación y el enriquecimiento de bosques ralos, principalmente con algarrobos, en una superficie de 450 000 ha ubicada en las zonas áridas de la costa norte del Perú. Con el apoyo técnico y financiero de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) se ejecutaron proyectos de manejo forestal y la creación y operación de un centro de información estratégica forestal. La inversión total realizada en el período 1993-1999 ascendió a US\$ 9 300 000.

El gobierno del Perú ha lanzado el proyecto Sierra Verde<sup>30</sup> para reforestar las zonas degradadas de la sierra peruana que se encuentran a más de 3800 msnm. Su objetivo es cubrir 2 000 000 de hectáreas con especies de pastos y árboles. El proyecto creará zonas de infiltración para captar lluvias y convertir el suelo en un reservorio natural de aguas. La tecnología que empleará se basa en los andenes (técnica andina para convertir cerros en áreas de cultivo).

Por su parte, el proyecto BIOFOR apoya el desarrollo de políticas que contribuyan a la conservación de la diversidad biológica, la protección de las reservas de carbono, la gestión de las áreas naturales protegidas y la mejora del manejo de los bosques peruanos. El proyecto busca fortalecer a las instituciones con autoridad ambiental en materia de recursos naturales.

## ● Manejo de bosques naturales

En 1995 el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) publicó el Mapa Forestal del Perú que, al igual que otros trabajos similares, busca determinar las zonas forestales permanentes, es decir aquellas áreas donde la explotación maderera permanente garantice la conservación del recurso y el beneficio económico para la sociedad. En 1985 la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN) había estimado que existían 48 696 000 ha en el país con potencial forestal.

La política con respecto al manejo de bosques considerará tres aspectos fundamentales:

- El ordenamiento forestal.
- La zonificación forestal.
- La obligatoriedad en la elaboración y aplicación de los planes de manejo forestal.

## ● Manejo de áreas naturales protegidas

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), creado en 1990, cuenta con ocho categorías de áreas y es administrado por el INRENA. El Perú tiene 52 áreas naturales protegidas que abarcan 18 800 000 ha, algo más del 14% del territorio nacional.

<sup>30</sup> Actualmente se encuentra en busca de financiamiento.

CUADRO IV.3.1

Características generales de las categorías de nivel nacional para áreas naturales protegidas

Categorías	Características
Parques nacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varios ecosistemas. Diversidad biológica relevante.</li> <li>• Procesos sucesionales, ecológicos, evolutivos.</li> <li>• Características estéticas y paisajistas relevantes.</li> <li>• Usos indirectos: investigación, educación, turismo y recreación.</li> <li>• No intervenido.</li> </ul>
Santuarios nacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una o varias comunidades bióticas. Diversidad biológica relevante.</li> <li>• Especies endémicas varias o de distribución restringida.</li> <li>• Formaciones geológicas naturales únicas (interés científico y/o paisajístico).</li> <li>• Usos indirectos: investigación, educación, turismo y recreación.</li> <li>• No intervenido.</li> </ul>
Santuarios históricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una o varias comunidades bióticas.</li> <li>• Bienes monumentales con alto valor arqueológico o histórico.</li> <li>• Escenario de acontecimientos históricos relevantes.</li> <li>• Uso indirecto: investigación, educación, turismo y recreación.</li> <li>• No intervenido.</li> </ul>
Zonas reservadas	
Reservas paisajísticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una o más comunidades bióticas.</li> <li>• Características estéticas paisajísticas sobresalientes.</li> <li>• Uso directo: usos tradicionales armoniosos con el entorno (p.e.: agricultura, viviendas).</li> <li>• Intervención para el uso de recursos.</li> </ul>
Refugios de vida silvestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una o varias comunidades bióticas.</li> <li>• Hábitat de especies importantes amenazadas, raras, migratorias; recursos genéticos.</li> <li>• Mantenimiento y recuperación de especies y/o del hábitat.</li> <li>• Uso indirecto: investigación, educación, turismo y recreación.</li> <li>• Intervención para el manejo del hábitat o de especies.</li> </ul>
Reservas nacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varios ecosistemas. Diversidad biológica relevante.</li> <li>• Prácticas de manejo, desarrollo de alternativas sostenibles de uso.</li> <li>• Uso directo de recursos silvestres: flora, fauna, recursos hidrobiológicos.</li> <li>• No aprovechamiento forestal maderero.</li> </ul>
Reservas comunales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno o más ecosistemas.</li> <li>• Usos tradicionales según planes de manejo.</li> <li>• Prohibido el establecimiento de nuevos asentamientos, la expansión de actividades agrícolas, pecuarias y la extracción forestal maderera.</li> <li>• Gestión comunal del área y conducción.</li> </ul>
Bosques de protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno o más ecosistemas, generalmente cuencas altas; mantenimiento de la cobertura vegetal.</li> <li>• Prácticas de manejo, desarrollo de alternativas sostenibles de uso.</li> <li>• Uso directo de recursos silvestres: flora, fauna, recursos hidrobiológicos.</li> <li>• Usos indirectos: investigación, educación, turismo y recreación.</li> <li>• Manejo de suelos y aguas.</li> <li>• Permitido el uso y aprovechamiento de la fauna silvestre y de los productos forestales diferentes a la madera.</li> </ul>
Cotos de caza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una o más comunidades bióticas.</li> <li>• Planes de manejo para el aprovechamiento de la fauna silvestre y cinegética.</li> </ul>

Fuente: INRENA, Dirección General de Áreas Naturales Protegidas y Fauna Silvestre, setiembre del 2000.

## CUADRO IV.3.2 Áreas naturales protegidas

Categorías	Base legal	Ubicación política	Extensión (ha)
Parques nacionales			3 459 319,00
1. Cutervo	Ley 13694	Cajamarca	2 500,00
2. Manú	DS 0644-73-AG	Cusco y Madre de Dios	1 532 806,00
3. Huascarán	DS 0622-75-AG	Ancash	340 000,00
4. Cerros de Amopate	DS 0800-75-AG	Tumbes y Piura	91 300,00
5. Río Abiseo	DS 064-83-AG	San Martín	274 520,00
6. Yanachaga-Chemillén	DS 068-86-AG	Pasco	122 000,00
7. Tingo María	Ley 15574	Huánuco	4 777,00
8. Bahuaja-Sonene	DS 048-2000-AG	Madre de Dios y Puno	1 091 416,00
Reservas nacionales			3 221 376,00
9. Pampa Galeras	RS 157-A	Ayacucho	6 500,00
10. Junín	DS 0750-74-AG	Junín y Pasco	53 000,00
11. Paracas	DS 1281-75-AG	Ica	335 000,00
12. Lachay	DS 310-77-AG	Lima	5 070,00
13. Titicaca	DS 185-78-AA	Puno	36 180,00
14. Salinas y Aguada Blanca	DS 070-79-AA	Arequipa y Moquegua	366 936,00
15. Calipuy	DS 004-81-AA	La Libertad	64 000,00
16. Pacaya-Samiria	DS 016-82-AG	Loreto	2 080 000,00
17. Tambopata-Candamo	DS 048-2000-AG	Madre de Dios	274 690,00
Santuarios nacionales			48 113,10
18. Huayllay	DS 0750-74-AG	Pasco	6 815,00
19. Calipuy	DS 004-81-AA	La Libertad	4 500,00
20. Lagunas de Mejía	DS 042-87-AG	Arequipa	690,00
21. Ampay	DS 042-87-AG	Apurímac	3 635,00
22. Manglares de Tumbes	DS 018-88-AG	Tumbes	2 972,00
23. Tabaconas-Namballe	DS 051-88-AG	Cajamarca	29 500,00
Santuarios históricos			35 392,00
24. Chacamarca	DS 0750-74-AG	Junín	2 500,00
25. Pampa de Ayacucho	DS 119-80-AA	Ayacucho	300,00
26. Machupicchu	DS 001-81-AA	Cusco	32 592,00
Bosques de protección			389 986,99
27. A.B. Canal Nuevo Imperial	RS 0007-80-AA/DGFF	Lima	18,11
28. Puquio Santa Rosa	RS 0434-82-AG/DGFF	La Libertad	72,50
29. Pui-Pui	RS 0042-85-AG/DGFF	Junín	60 000,00
30. San Matías-San Carlos	RS 0101-87-AG/DGFF	Pasco	145 818,00
31. Alto Mayo	RS 0893-87-AG/DGFF	San Martín	182 000,00
32. Pagaibamba	RS 0222-87-AG/DGFF	Cajamarca	2 078,00
Zonas reservadas			11 490 469,02
33. Manu	RS 0151-80-AA-DGFF	Madre de Dios	257 000,00
34. Laquipampa	RM 00692-82-AG/DGFF	Lambayeque	11 346,00
35. Batán Grande	RS 0186-88-AG/DGFF	Junín y Cusco	1 669 200,00
36. Pantanos de Villa	RM 00144-89-AG/DGFF	Lima	396,00
37. Río Rímac	RS 023-98-AG	Lima	Franja de 28 km
38. Alto Cañete y Cochas-Pachacayo	DS 001-99-AG	Lima-Junín	176 000,00
39. Santiago-Comaina	DS 029-2000-AG	Amazonas y Loreto	1 642 567,00
40. Allpahuayo-Mishana	DS 005-99-AG	Loreto	57 667,43
41. Apurímac	RS 0186-88-AG/DGFF	Junín y Cusco	1 669 200,00
42. Tumbes	RM 0594-94-AG	Tumbes	75 102,00
43. Algarrobal El Moro	DS 02-95-AG	La Libertad	320,69
44. Chancaybaños	DS 001-96-AG	Cajamarca	2 628,00
45. Aymara-Lupaca	DS 002-96-AG	Puno	300 000,00
46. Gueppi	DS 003-97-AG	Loreto	625 971,00
47. Amarakaeri	DS 028-2000-AG	Madre de Dios	419 139,00
48. Alto Purús	DS 030-2000-AG	Madre de Dios y Ucayali	5 101 945,00
49. Biaboo Cordillera Azul	DS 050-2000-AG	Huánuco, Loreto, San Martín y Ucayali	1 137 786,00
Cotos de caza			124 735,00
50. Sunchubamba	RM 00462-77-AG	Cajamarca	59 735,00
51. El Angolo	RS 0264-75-AG	Piura	65 000,00
Reservas comunales			34 744,70
52. Yanasha	RS 0193-88-AG/DGFF	Pasco	34 744,70
Superficie del Perú (ha)			128 521 560,00

Fuente: INRENA, Dirección General de Áreas Naturales Protegidas y Fauna Silvestre, setiembre del 2000.

Del total de áreas protegidas, ocho son parques nacionales y cubren una superficie de 3 472 542 ha; seis son santuarios nacionales, con una superficie de 48 113 ha; y tres son santuarios históricos, con 35 392 ha. En todos está prohibido cualquier aprovechamiento directo de recursos naturales y el asentamiento de grupos humanos y sólo se permite la entrada de visitantes con fines científicos, educativos, recreativos y culturales. En el resto de áreas protegidas se permiten algunas actividades económicas.

La estrategia nacional del SINANPE ha sido formalmente aprobada y su ejecución está a cargo del INRENA, ente rector del sistema.

Uno de los problemas que enfrenta el SINANPE es su limitado presupuesto, que impide el adecuado cumplimiento de sus fines. Para solucionarlo, a fines de 1992 el Estado peruano creó el Fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado (FONANPE) y un ente administrador de dicho fondo, denominado PROFONANPE, cuya misión es captar, administrar y canalizar el financiamiento nacional e internacional orientado a la gestión de las áreas protegidas que conforman el SINANPE. Otra de sus actividades es la ejecución de proyectos a través de entidades públicas y privadas.

En junio de 1997 se promulgó la Ley de Áreas Naturales Protegidas del Perú. Esta ley establece distintos niveles de áreas protegidas y ordena zonificar cada área protegida según las siguientes características: zonas de protección estricta, zona silvestre, zona de uso turístico o recreativo, zona de aprovechamiento directo, zona de uso especial, zona de recuperación, zona histórico-cultural.

La Ley incluye también el concepto de zonas de amortiguamiento, aclara el concepto de zonas reservadas y abre la posibilidad para la participación privada en la gestión y manejo de las mismas. Finalmente, promueve la planificación participativa de las áreas protegidas.

## IV.4 Actividades específicas en el marco de la Convención

### ● Política ambiental

El CONAM realiza periódicamente un reporte público con participación plena del sector público y privado. El objetivo del mismo es dar cuenta al país del cumplimiento de sus metas y aprobar la agenda ambiental nacional. Este proceso se denomina ECODIÁLOGO.

El último ECODIÁLOGO se realizó en Lima los días 30 de setiembre y 1 de octubre del año 1999, oportunidad en que se aprobaron las metas ambientales al 2002.

Los dos temas vinculados al cambio climático y las tecnologías limpias son:

- Desarrollo de la capacidad nacional en el mecanismo de desarrollo limpio.
- Posicionar al Perú en el mercado de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y transformación tecnológica.

Desde marzo de 1996, el CONAM preside la Comisión Nacional de Cambio Climático, grupo técnico consultivo parte del Marco Estructural de Gestión Ambiental, cuyo objetivo es coordinar con los diversos sectores el cumplimiento de la Convención.

La Comisión Nacional está compuesta por dieciséis miembros del sector público y privado:

- Asamblea Nacional de Rectores
- Asociación de Municipalidades del Perú
- Consejo Nacional del Ambiente
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
- Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas
- Instituto Nacional de Recursos Naturales
- Ministerio de Economía y Finanzas

- Ministerio de Energía y Minas
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción
- Ministerio de Relaciones Exteriores
- Ministerio de Industrias, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales
- Representantes de las ONG peruanas
- Fondo Nacional Ambiental
- Universidad del Pacífico – Centro de Investigaciones
- Instituto del Mar del Perú
- Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

## ● Sensibilización pública

El CONAM ha venido realizando un trabajo de sensibilización pública que comprende una serie de actividades:

- Página web de cambio climático ([www.conam.gob.pe](http://www.conam.gob.pe)).
- Seminarios y talleres sectoriales sobre el mismo tema.
- Publicaciones.

La página web de cambio climático incluye información sobre la Convención de Cambio Climático, el Protocolo de Kioto y sus mecanismos y el trabajo de CONAM sobre el tema.

Los talleres sectoriales discutieron la problemática ambiental, con especial acento en el impacto de las actividades sectoriales sobre el cambio climático, y consideraron las siguientes alternativas como las más viables para solucionar los efectos adversos de dichas actividades:

- Política de bosques en el Perú. Julio de 1997.
- Energía y medio ambiente. Octubre de 1997.
- Bases para una política ambiental en el transporte urbano. Mayo de 1998.

Otros talleres sobre cambio climático fueron:

- Taller regional sobre vulnerabilidad del proyecto CC:TRAIN. Noviembre de 1997.
- Primer taller sobre análisis multicriterio en cambio climático. Noviembre de 1997.
- Reunión de ministros de medio ambiente de América Latina y el Caribe. Marzo de 1998.
- Segundo taller sobre análisis multicriterio en cambio climático. Mayo de 1998.
- Reunión técnica del Foro de ministros de medio ambiente de América Latina y el Caribe sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Agosto de 1998.
- Reunión de autores principales del IPCC sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación de América Latina frente al cambio climático. Agosto de 1999.

El CONAM ha realizado una serie de publicaciones sobre el tema de cambio climático con el financiamiento del GEF, CC:TRAIN y USAID:

- Bosques. Bases para una nueva política. Noviembre de 1997.
- Transporte urbano y ambiente. Octubre de 1998.
- Cambio climático y desarrollo sostenible en el Perú. Setiembre de 1999.
- Perú: Vulnerabilidad frente al cambio climático. Aproximaciones a la experiencia con el fenómeno El Niño. Diciembre de 1999.

## ● Investigación

El CONAM ha llevado a cabo investigaciones sobre la mitigación y la vulnerabilidad al cambio climático, con el financiamiento del GEF, CC:TRAIN, PNUD, la Cooperación Danesa (DANIDA) y el Comité de Administración de los Recursos del Sector Hidrocarburos del Gobierno del Perú (CAREC) y el apoyo técnico del UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment. Estos estudios fueron:

- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú. Energía, transportes y bosques. Julio de 1998.
- Eficiencia energética y conversión de calderas en la industria peruana. Octubre de 1999.
- Estudio del programa de uso del gas licuado de petróleo en taxis como opción de mitigación de emisiones de GEI. Octubre de 1999.
- Demanda adicional para el gas de Camisea en el marco de la Convención de cambio climático. Conversión a gas de industrias, taxis y ómnibus. Abril del 2000.
- Estudio de vulnerabilidad de recursos hídricos de alta montaña. Mayo de 1998.

Los estudios de vulnerabilidad intentan aproximar las consecuencias que tendría el cambio climático en el Perú.

Además, el Perú viene participando activamente en el trabajo del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El Perú tiene una vicepresidencia del Grupo de Trabajo III del IPCC y ha colaborado en la elaboración de los documentos *Impactos regionales del cambio climático*, *Reporte especial sobre uso de suelo, cambio de uso de la tierra y silvicultura* del IPCC y *Cuestiones metodológicas y tecnológicas en la transferencia de tecnología*. Además, ha participado en la preparación del *Tercer informe de evaluación del cambio climático*.

El Perú también tiene una participación activa en las negociaciones internacionales de la Convención de Cambio Climático y el Protocolo de Kioto. Es conocida la propuesta sobre líneas de base para el Mecanismo de Desarrollo Limpio que incorpora la perspectiva de los países en desarrollo sobre el tema. La propuesta fue formalmente presentada en la reunión de órganos subsidiarios en Bonn, Alemania, en junio de 1999. A fin de concretar la propuesta teórica, se realizó una visita corta al laboratorio Risoe en Dinamarca para conocer los promedios de emisión de los países, Anexo I en el sector de generación de energía. La propuesta del Perú para calcular la reducción de emisiones en el sector de generación de energía fue incluida en el documento de negociación final en La Haya, redactado por el ministro de Holanda Jan Pronk en la VI Conferencia de las Partes.

## ● Agenda ambiental nacional al 2002

La manera en que se clasifica la información depende de los fines por los cuales ésta se genera y a quién va dirigida. En tal sentido, se ha creído conveniente estructurar la Agenda Ambiental Nacional considerando las siguientes categorías de clasificación para las metas a reportarse.

Según su naturaleza	Según la cantidad de unidades involucradas en la consecución de las metas:	Según el ámbito de aplicación geográfico:
Metas estructurales Metas operativas.	Metas sectoriales Metas transectoriales	Metas nacionales Metas regionales

### Metas estructurales

Son aquellas que se refieren a los componentes de un sistema y sus interrelaciones. En el caso de la gestión ambiental del país esta se organiza de manera sistémica a través del Marco Estructural de Gestión Ambiental -MEGA-, el cual reconoce las competencias sectoriales existentes y se soporta en el diseño de una institucionalidad ambiental integradora que tiene como factor de articulación los instrumentos de gestión ambiental. Entre los instrumentos de gestión destacan los preventivos como son los EIA, y los planes de ordenamiento territorial; los instrumentos económicos como el FONAM; los instrumentos de información como el SINIA, etc.

### Metas operativas

Son aquellas referidas a los resultados que deben alcanzar las unidades que forman parte del sistema. Si las metas son alcanzadas de manera individual, las podemos catalogar como metas sectoriales. Si son alcanzadas gracias a la interacción y el trabajo conjunto con otras unidades, estaremos hablando de metas transectoriales.

Cabe añadir que las metas sectoriales señaladas en la Agenda no son todas las que tiene un sector sino aquellas que por su impacto convierten su logro el logro en prioridad nacional.

Finalmente, las metas regionales son expresadas en las agendas ambientales regionales las cuales han sido diseñadas por las Comisiones Ambientales Regionales (CAR) teniendo como marco de referencia las prioridades nacionales y los problemas ambientales específicos de cada región.

# AGENDA AMBIENTAL NACIONAL AL 2002

**Meta fundamental: La gestión ambiental como eje transversal del desarrollo económico y social**

## METAS ESTRUCTURALES

- Fortalecimiento del MEGA
- Modelo de gestión reconocido y acatado
  - Incorporación de ONG y universidades en Consejo Directivo del CONAM
  - Sistema de evaluación de estrategias ambientales
  - Contabilidad ambiental incorporada en cuentas nacionales
  - Mayor y mejor capacidad ejecutiva en las unidades ambientales
  - Unidades Ambientales certificadas en ISO 9002 y 14001
  - Presencia del CONAM en Consejo de Ministros
  - Sentido de coordinación y complementariedad entre los sectores

- Descentralización de la gestión
- 15 CAR en operación

- SEIA
- Ley en vigencia
  - EIA transparentes y ejemplares

- Ordenamiento ambiental del territorio
- De acuerdo a criterios naturales, físicos, económicos, sociales y políticos
  - Plan de ordenamiento ambiental aprobado e incorporado en forma transectorial
  - Zonificación ecológica económica aplicada por los gobiernos regionales
  - Manejo integrado de zonas marino costeras

- Instrumentos económicos
- FONAM localizando, administrando y multiplicando recursos financieros

- Instrumentos de información
- SINIA operando con nueve entidades
  - Clearing House para gestión ambiental en la empresa

- Informe ambiental
- Segundo Informe Nacional del Ambiente presentado al Congreso

## FRENTE VERDE Utilización sostenible de recursos naturales

### Agricultura

- Planes maestros para AA.NN.PP.
- Normas legales para manejo de flora/fauna
- Control de la introducción de especies exóticas
- Marco regulador aprobado para el sector forestal

### Relaciones Exteriores

- Cumplimiento de obligaciones ambientales internacionales

### Pesquería

- Acuicultura al nivel de la pesca para consumo humano directo
- Migrar la producción pesquera del uso industrial al consumo humano
- Fin de la exportación de harina estándar

## FRENTE MARRÓN Fomento y control de la calidad ambiental

### Pesquería

- Estimulo de plantas pesqueras que demanden materia prima en buen estado y disminuyan efluentes
- Flota con sistemas de refrigeración a bordo
- Unidad de investigación de riesgos ambientales marinos

### Transporte

- Renovación de flota de transporte
- Programa de calidad de aire y retiro de plomo de gasolina

### Industrias

- Normas técnicas para trabajo con agentes de iluminación, polvo y químicos
- PAMAS generalizados en sector industrial
- Triplicar número de empresas grandes y PyMEs con sistemas de gestión ambiental
- Centro de Producción Limpia implementado

### Salud

- Mejora de servicios de saneamiento en población marginal y rural

### Gobiernos locales

- Sistemas adecuados para disposición de residuos sólidos

### Minería y Energía

- Administración de pasivos ambientales
- Gestión ambiental en minería artesanal
- Apoyo a la sustitución de fuentes de energía más limpia.

## FRENTE AZUL Educación, conciencia y cultura ambiental

### Educación Escolar

- Proyectos de aula con tema ambiental como eje transversal
- Reciclaje escolar dentro de programa de los colegios
- Programa Globe en 50 colegios
- Dotación de material educativo ambiental en escuelas primarias

### Educación Superior

- Tema ambiental como eje transversal en todas las especialidades
- Formación de gerencia incluyendo la gestión ambiental
- Consorcio universitario que forme auditores ambientales y adopte cursos ISO obligatorios
- Talleres de EIA

### Premio CONAM por el Desarrollo Sostenible

- Ejemplo de responsabilidad, eficacia, y calidad

## COMPROMISOS SECTORIALES CON PRIORIDAD NACIONAL

## COMPROMISOS TRANSECTORIALES

### Forestería

- Fuente de nuevas inversiones
- Agroforestería complementaria

### Turismo

- Visión compartida sobre modelo de desarrollo

### Econegocios

- Proyectos de negocio puestos en marcha

### Biodiversidad

- Estrategia en marcha
- Seguridad biotecnológica

### Transporte

- Estrictos estándares en calidad del combustible
- Reordenamiento de transporte urbano Lima
- Reducción significativa de emisiones

### ECA y LMP

- Segundo programa anual aprobado
- Pesca, industria y minería aprobados
- ECA y LMP por área geográfica y/o sectores aprobados
- Estándares de calidad aire/ruido/agua aprobados

### Aire y agua limpios

- Iniciativa Aire Limpio en Lima/Callao
- Planes regionales de descontaminación de aire y agua en Arequipa, Lima, Chimbote y La Oroya.

### Tecnologías limpias

- Desarrollo de capacidad nacional en MDL (Kyoto)
- Posicionados en el mercado de reducción emisiones de GEI y transf. tecnológica
- Empresas harineras, de generación eléctrica, industriales y transporte con tecnología que reduce contaminación

### Conciencia ambiental ciudadana

- Ciudadano conoce consecuencias del deterioro del ambiente en salud y economía
- Ciudadano conoce prácticas que no deterioran el ambiente
- Políticos incluyen decisiones ambientales en su gestión
- Empresarios prefieren invertir en negocios ambientalmente amigables
- Promoción de la correcta disposición de residuos sólidos y líquidos urbanos

### Comunicación ambiental

- Medios colaboran activamente en la formación ambiental de los ciudadanos

## METAS REGIONALES: AGENDAS DE LAS COMISIONES AMBIENTALES REGIONALES AL 2002



# VULNERABILIDAD Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

El CONAM ha realizado algunos estudios preliminares sobre la vulnerabilidad del Perú ante el cambio climático. Los resultados que se presentan a continuación muestran información relevante sobre el fenómeno El Niño, el cual sirve como base para un ejercicio de análisis de observación de los efectos que se producen por un cambio brusco en las condiciones climáticas sobre los distintos sectores de la economía, el territorio y la población nacional. Es más, un fenómeno El Niño particularmente intenso como el de 1997-1998 nos muestra, en cierta medida, los posibles impactos de un futuro cambio climático ocasionado por la acumulación de GEI en la atmósfera.

El Niño es un fenómeno natural que forma parte de la dinámica global del clima en oposición al cambio climático. Conviene realizar estudios tendientes a filtrar información en esta dinámica que permitan reconocer las consecuencias de cada uno de los fenómenos.

## V.1 Vulnerabilidad de los recursos hídricos de alta montaña

Entre setiembre de 1997 y mayo de 1998 se llevó a cabo un estudio de recopilación y actualización para indagar cuáles eran los impactos del cambio climático global en los glaciares de la cordillera peruana, el mismo que se realizó a partir del balance de masas y el inventario de superficies glaciares.

Los inventarios fueron realizados con base en fotografías aéreas del año setenta e imágenes de satélite de los años 1995-97. Los inventarios pueden tener márgenes de error y sus resultados deben ser tomados como los primeros trabajos hechos a gran escala en el Perú y motivar investigaciones más precisas y detalladas. Sin embargo, debe señalarse que para la confección de los inventarios se realizaron inspecciones de campo.

La región tropical estudiada se ubica entre las latitudes 8°02' y 18° sur, donde se encuentran distribuidas diecinueve cordilleras glaciares. Las cumbres se hallan sobre los 5000 msnm. A esa altura las precipitaciones caen generalmente en estado sólido (nieve que se acumula).

De la región comprendida a nivel mundial entre los trópicos, la mayor superficie glaciar se encuentra en las montañas peruanas. Se estima que en 1997 los glaciares del Perú cubrían un área de 1 595,6 km<sup>2</sup>, esto es, el 0,12% de la superficie del país. La parte de los glaciares que se funde desciende a los valles interandinos y proporciona el agua necesaria para el consumo humano y para las especies hidrobiológicas, así como para los procesos industriales que utilizan este recurso —por ejemplo, los glaciares proveen agua para las turbinas de las centrales hidroeléctricas—, por lo que constituye uno de los recursos naturales más preciados del país.

Al mismo tiempo que reciben los beneficios de esta provisión permanente de agua, las poblaciones se ven frecuentemente afectadas por la geodinámica externa (avalanchas y ruptura de diques de lagunas glaciares, entre otras), responsable de pérdidas de vidas humanas y de grandes daños materiales.

Los principales resultados del estudio son dos. Primero: la constatación de una drástica reducción de las áreas glaciares en los cuatro glaciares estudiados, con un marcado incremento del balance negativo en los últimos quince años. Segundo: los glaciares con áreas comparativamente pequeñas desaparecerán durante la presente década.

En efecto, hay cordilleras pequeñas como Huagoruncho, Huaytapallana, Raura, cordillera central y otras donde en los últimos treinta años se han registrado disminuciones de hasta 80% de sus superficies glaciares. Esta verificación objetiva nos lleva a indicar que glaciares de menor tamaño, en especial los ubicados debajo de los 5500 msnm serían vulnerables en la presente década si las condiciones climáticas continúan siendo las mismas.

## ● V.1.1 Inventarios de glaciares a 1970 y 1997

El inventario a 1970

El primer inventario de glaciares del Perú concluyó en 1987 (Hidrandina 1989). Se realizó según las normas del Secretariado Técnico Temporal para el Inventario Mundial de Glaciares, con sede en Zurich. La fuente básica de información fueron las fotografías aéreas de las veinte cordilleras glaciares del país tomadas en el período 1955-1962 por el IGN y las tomadas en 1970 por la NASA y el SAN.

Para la evaluación de las aerofotografías se empleó estereoscopios de espejos y la transferencia de los límites de cada unidad glaciar al mapa a escala 1:25 000, para obtener las áreas correspondientes, ubicación, orientación y otros parámetros necesarios para llenar la hoja normalizada de datos. Se entiende por unidad glaciar una masa de hielo que drena a una cuenca determinada, independiente de otras vecinas que drenan hacia cuencas diferentes.

El inventario proporcionó los resultados que se muestran en el cuadro V.1.1, el mismo que contiene datos sobre dieciocho de las veinte cordilleras glaciares peruanas. En este primer inventario no se presentaron (porque entonces no se contaba con las correspondientes fotografías aéreas) datos sobre las cordilleras Volcánicas y Barroso (en esta última se ha comprobado recientemente la desaparición del área glaciar), en el extremo sur del país. En las dieciocho cordilleras estudiadas fueron identificados 3044 glaciares con un área total de 2041,85 km<sup>2</sup>.

CUADRO V.1.1

Distribución de glaciares por cordilleras 1989

Cordillera	Número de glaciares	Área km <sup>2</sup>	Espesor metros	Volumen km <sup>3</sup>
Blanca	722	723,37	31,25	22,605
Huallanca	56	20,91	20,68	0,432
Huayhuash	117	84,97	35,24	2,995
Raura	92	55,20	24,95	1,327
La Viuda	129	28,60	14,90	0,426
Central	236	116,65	21,74	2,536
Huarongo	80	23,40	17,20	0,402
Huaytapallana	152	59,08	19,41	1,147
Chonta	95	17,85	14,30	0,255
Ampato	93	146,73	34,90	5,123
Vilcabamba	98	37,74	19,10	0,721
Urubamba	90	41,48	18,90	0,785
Huanzo	115	36,93	16,20	0,599
Chila	87	33,89	17,10	0,579
La Raya	48	11,27	13,90	0,157
Vilcanota	469	418,43	28,70	12,000
Carabaya	256	104,23	18,80	1,956
Apolobamba	109	81,12	26,00	2,108
Volcánica	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Barroso	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Total	3044	2041,85	27,50	56,151

Fuente: CONAM 1999.

Los cuadros V.1.2, V.1.3 y V.1.4 muestran la distribución de las masas glaciares según su orientación geográfica y la clasificación morfológica primaria de las mismas, respectivamente.

En el cuadro V.1.2 se observa que la cuenca del océano Atlántico (río Amazonas) es la que tiene el mayor número y área de glaciares del Perú. El cuadro V.1.3 muestra que la orientación suroeste es la que comprende la mayor área glaciar del país. Esto se explica porque durante la temporada de estiaje (de mayo a setiembre) el sol se encuentra más hacia el norte y los glaciares orientados hacia el suroeste reciben menor insolación que los demás. Finalmente,

en el cuadro V.1.4 puede apreciarse que el mayor número y área de glaciares peruanos corresponden a los clasificados como de montaña o de flanco. Los glaciares tipo valle son poco numerosos y generalmente cortos y la mayor parte de ellos se encuentra cubierta por material dentrítico. Esta protección permite que en las cordilleras peruanas aún existan los glaciares de tipo valle, no obstante que descienden por debajo de la línea de nieves persistentes.

**CUADRO V.1.2** Distribución de glaciares por cuencas 1989

Cuenca	Número de glaciares	Área km <sup>2</sup>	Espesor metros	Volumen km <sup>3</sup>
Pacífico	1129	878,41	29,84	25 686
Atlántico	1824	1113,01	26,05	29 276
Lago Titicaca	91	50,43	23,60	1189
Total	3044	2041,85	27,60	56 151

**CUADRO V.1.3** Distribución de glaciares por áreas (km<sup>2</sup>) y orientación geográfica

Cordillera	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Total
Blanca	62,72	114,98	50,74	76,44	77,79	146,27	97,28	97,15	723,37
Huallanca	0,33	6,08	0,81	2,07	1,20	6,32	3,49	0,61	20,91
Huayhuash	3,92	12,37	7,56	8,47	6,51	25,68	3,35	17,11	84,97
Raura	2,00	8,34	2,79	5,16	3,55	8,26	17,64	7,46	55,20
La Viuda	1,05	0,84	0,42	2,14	7,96	12,00	2,62	1,67	28,60
Central	6,58	8,80	5,28	11,62	15,63	30,26	15,63	22,85	116,65
Huagoruncho	2,84	2,27	3,47	1,01	2,04	6,16	1,91	3,70	23,40
Huaytapallana	4,55	5,34	4,21	14,51	4,64	12,62	5,03	7,98	59,08
Chonta	1,08	1,62	0,34	2,29	2,18	5,82	2,26	2,26	17,85
Ampato	11,89	28,93	5,84	19,39	24,75	27,26	15,04	13,63	146,73
Vilcabamba	3,84	6,96	4,43	8,52	3,60	4,58	1,56	4,25	37,74
Urubamba	5,68	4,75	4,29	6,45	3,45	8,50	4,63	3,73	41,48
Huanzo	4,49	4,11	3,56	6,63	2,71	10,14	2,27	3,02	36,93
Chila	1,18	3,13	2,45	6,34	3,71	10,89	1,95	4,24	33,89
La Raya	0,79	0,78	0,70	0,60	4,20	3,29	0,84	0,12	11,27
Vilcanota	51,91	59,98	19,62	54,54	64,07	63,10	60,81	44,40	418,43
Carabaya	12,36	12,49	2,78	14,69	21,22	17,92	8,87	13,88	104,23
Apolobamba	5,76	13,06	3,89	7,61	12,34	15,03	5,89	17,58	81,12
Total	182,97	294,83	123,18	248,48	261,55	414,13	251,07	265,64	2141,85

Fuente: CONAM 1999.

CUADRO V.1.4

## Distribución de glaciares por tipo morfológico

Cordillera	Glaciar de valle	Glaciar de montaña	Glaciar campo de hielo	Glaciar rocoso	Total
Blanca	213,63	495,98	13,76		723,37
Huallanca	1,18	19,73			20,91
Huayhuash	22,26	61,92		0,79	84,97
Raura	7,17	48,03			55,20
La Viuda		28,60			28,60
Central	9,97	106,68			116,65
Huagoruncho		23,40			23,40
Huaytapallana	0,83	58,25			59,08
Chonta		17,85			17,85
Ampato		146,73			146,73
Vilcabamba	4,96	32,78			37,74
Urubamba		41,48			41,48
Huanzo		36,93			36,93
Chila		33,89			33,89
La Raya		11,27			11,27
Vilcanota	62,05	256,38			418,43
Carabaya	6,64	97,59			104,23
Apolobamba		81,12			81,12
Total	328,69	1698,61	13,76	0,79	2041,85

Fuente: CONAM 1999.

## El inventario de 1997

Debido al visible retroceso de los glaciares en las cordilleras peruanas, en 1997 se llevó a cabo un nuevo inventario parcial en cuencas seleccionadas en las cordilleras Blanca, Raura, Central, Huaytapallana, Huagoruncho y Vilcanota. Con base en éste se realizó una proyección a nivel nacional con respecto a las demás cordilleras. El material básico de trabajo fueron las imágenes del satélite LANDSAT tomadas en el período 1995-1997 en escala 1:250 000.

El procesamiento de imágenes se realizó con los sistemas ARC/INFO 3.5.1 (SIG) y AUTOCAD 14, con las operaciones de barrido de imágenes, georreferenciación, digitalización de áreas glaciares para el cálculo de las áreas y preparación e impresión de las imágenes finales.

La precisión de este inventario es de 95%. La máxima resolución en imágenes LANDSAT es de 30 m (representa el nivel de detalle en la delimitación de las áreas glaciares). Las imágenes satelitales permiten efectuar mediciones de grandes áreas glaciares, reconocer nuevas lagunas y determinar rasgos morfológicos generales. El inventario nacional debe efectuarse con este sistema cada cuatro o cinco años.

El cuadro V.1.6 muestra los resultados de este reciente inventario parcial en algunos glaciares de las seis cordilleras mencionadas. Sólo los glaciares de la cordillera Huagoruncho fueron registrados íntegramente. Se ha constatado la acelerada disminución de las áreas glaciares de las diferentes cordilleras donde, en lugar de glaciares permanentes, se observa morrenas frescas dejadas por la desaparición del hielo. La identificación de estas morrenas no siempre es fácil, sobre todo cuando las superficies rocosas son de naturaleza granítica. Por su parte, el cuadro V.1.5 compara las superficies correspondientes a los glaciares que fueron medidos tanto en el inventario de 1962-1970 (publicado en 1989) como en el de 1995-1997.

CUADRO V.1.5 Inventario de glaciares (18 cordilleras)

Nombre cordillera	Inventario 1962-1970		Inventario imágenes satélite 1997				Total volumen estimado millones de m <sup>3</sup>
	Total área km <sup>2</sup>	Total volumen estimado millones de m <sup>3</sup>	Red. estimada km <sup>2</sup>	Red. total estimada km <sup>2</sup>	Red. % en área	Red. volumen estimado millones de m <sup>3</sup>	
Blanca	723,37	22 604,863	-111,89	611,48	-15,46	-3414,496	19 190,367
Huallanca	20,91	432,536	-3,27	17,64	-15,64	-67,649	364,887
Huayhuash	84,97	2474,462	-13,29	71,68	-47,6	-387,006	2087,456
Raura	55,2	1337,290	-26,28	28,92	-47,6	-636,550	700,740
La Viuda	28,60	426,083	-13,61	14,99	-32,0	-202,816	223,267
Central	116,65	2535,954	-37,33	79,32	-42,8	-811,505	1724,449
Huagoruncho	23,40	401,652	-10,02	13,38	-36,4	-171,907	229,745
Huaytapallana	59,08	1146,728	-21,51	37,57	-47,6	-417,409	729,319
Chonta	17,85	255,009	-8,50	9,35	-32,0	-121,384	133,625
Ampato	146,73	5123,254	-46,95	99,78	-32,0	-1639,441	3483,813
Vilcabamba	37,74	721,058	-12,08	25,66	-32,0	-230,739	490,319
Urubamba	41,48	785,548	-13,27	28,21	-32,0	-251,055	533,493
Huanzo	36,93	598,824	-11,82	25,11	-32,0	-191,624	407,200
Chila	33,89	278,816	-10,84	23,05	-32,0	-185,221	393,595
La Raya	11,27	156,708	-3,61	7,66	-32,0	-50,147	106,561
Vilcanota	418,43	12 000,47	-42,68	375,75	-32,0	-1224,005	10 776,042
Carabaya	104,23	1955,624	-33,35	70,88	-32,0	-625,800	1329,824
Apolobamba	81,12	2107,709	-25,96	55,16	-32,0	-674,467	1433,242
Total 18 cordilleras	2041,85	55 641,165	-446,248	1595,60		-11 303,220	44 337,945

CUADRO V.1.6 Comparación de superficies glaciares registradas en los inventarios de 1962-1970 y 1995-1997

Cuenca	Inventario fotografía aéreas		Inventario imágenes satélite		Diferencia (km <sup>2</sup> )	Porcentaje
	Área km <sup>2</sup>	Año	Área km <sup>2</sup>	Año		
Cordillera Blanca						
Santa Cruz	45,96	1970	38,88	1995	-7,08	-15,4
Parón	33,44	1970	31,15	1995	-2,29	-6,8
Llanganuco	42,90	1970	34,21	1995	-8,69	-20,3
Quebreda Honda	68,82	1970	61,91	1995	-6,91	-10,2
Quilcay	44,71	1970	39,16	1995	-5,55	-12,4
Negro	19,07	1970	16,07	1995	-3,00	-15,7
Grupos Pongos, Raria y Caulliraju	51,68	1970	36,78	1995	-14,90	-28,8
Grupos Huascarán-Chopicalqui	65,54	1970	59,83	1995	-5,71	-8,7
Cordillera Huaytapallana						
Shullcas	2,49	1962	1,45	1997	-1,04	-41,8
Cordillera Central						
Yuracmayo	5,96	1962	4,50	1997	-1,46	-24,5
Cordillera Vilcanota						
Quelcaya	56,25	1962	49,47	1997	-6,48	-11,5
Cordillera Raura						
Santa Rosa	27,59	1962	14,45	1995	-13,14	-47,6

Fuente: CONAM 1999.

## Mapa V.1.1 Ubicación de las áreas glaciares en el Perú



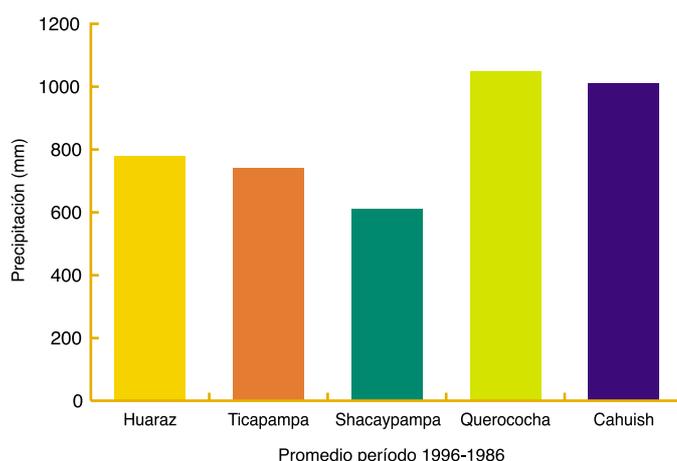
### ● Balance glaciar

El estudio realizó el balance de masas de tres glaciares de la cordillera Blanca (Broggi, Uruashraju y Yanamarey) y uno de la cordillera Raura (Santa Rosa).

Es preciso señalar que el clima montañoso tropical se caracteriza por tener dos estaciones marcadas: la temporada seca —entre mayo y setiembre— y la temporada de lluvias —entre setiembre/octubre y abril. El programa de toma de datos se dividió en dos períodos anuales. La primera serie de mediciones se inició en setiembre y la segunda en mayo, y el ciclo se cerró nuevamente en setiembre. La toma de datos consistió en: 1) perforaciones térmicas mediante el uso de la sonda a chorro de vapor para la fijación de estacas para medir el balance de ablación; 2) mediciones de balance sobre estas estacas durante la segunda visita; 3) excavación de trincheras en la zona de acumulación para medir el espesor de nieve de la temporada de acumulación; 4) medición topográfica de las estacas para determinar la ubicación y altitud de cada una de ellas, y 5) levantamiento topográfico del perímetro del frente glaciar para conocer las fluctuaciones anuales. Además, cada cuatro o cinco años debe realizarse un levantamiento topográfico general del glaciar.

## Gráfico V.1.1

Precipitaciones en cinco estaciones pluviométricas de la cordillera Blanca



Los cuadros del anexo 50 contienen los resultados de la medición del balance glaciar de los glaciares estudiados. En cada uno de ellos, las columnas 2, 3 y 4 indican el área total de medición y las áreas de acumulación y ablación medidas, respectivamente. La columna 5 presenta el porcentaje del área de acumulación respecto del área total del glaciar (AAR, del inglés Accumulation Area Ratio). La columna 6 muestra la acumulación neta en metros cúbicos de agua durante el período comprendido (un año). La columna 7 da cuenta de la acumulación específica definida como la acumulación total dividida por el área de acumulación en metros de equivalencia en agua (EA) acumulados durante el año. La columna 8 representa la ablación neta, esto es, el total de fusión de hielo durante el año, en metros cúbicos. La columna 9 muestra la ablación específica, que es el resultado de dividir la ablación neta total por el área de ablación, en metros de fusión de hielo por año. La columna 10 presenta el balance anual total como la diferencia entre el balance de acumulación y el de ablación, cuyo resultado puede ser negativo o positivo de acuerdo al año climático, expresado en metros cúbicos de equivalencia en agua. La columna 11 muestra el balance anual específico, que es el resultado de dividir el balance neto total por el área total del glaciar, expresado en metros de pérdida o ganancia en masa durante el año. La columna 12 representa el coeficiente de actividad glaciar como la pendiente de recta de regresión, que es el resultado de dividir el promedio del balance db por el promedio de la altitud entre las balizas dz al realizar los cálculos de regresión. Este valor multiplicado por 100 da el coeficiente de actividad por cada 100 metros de altitud, expresado en metros de agua por año. La columna 13 representa la altitud de la línea que marca la separación entre la zona de acumulación y la de ablación. Finalmente, las columnas 14 y 15 representan la precipitación (en mm) y el aporte de agua (en l/s) del glaciar, respectivamente

## GLACIAR BROGGI

Es un pequeño glaciar situado en la parte central de la cordillera Blanca, al norte del nevado Huascarán, en las nacientes del valle de Llanganuco, de 1,1 km de longitud máxima y 0,58 km<sup>2</sup> de superficie al iniciarse las mediciones. Orientado hacia el noroeste, se extiende actualmente desde una altitud máxima de 5100 hasta 4725 msnm en el frente. Las coordenadas geográficas de su posición son 8°59'57" latitud sur y 77°35'04" longitud oeste.

En este glaciar se ha realizado el registro más extenso de fluctuaciones del frente. Las mediciones del límite inferior del glaciar se iniciaron en 1968. El establecimiento de la posición del frente anterior a ese año se realizó por medio de fotografías aéreas del Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN) correspondientes al año 1948. Desde entonces y hasta 1997 (es decir, en 49 años) el glaciar ha retrocedido 765 m, con un promedio de 13,8 m/año hasta el inicio de la década de 1970 y de 6,2 m/año en los diez años siguientes. Sin embargo, entre 1980 y 1997 el promedio anual de retroceso del glaciar ha aumentado a 24 m. Actualmente, el glaciar tiene una longitud de apenas 350 m. Es probable que dentro de muy pocos años esta pequeña masa glaciar desaparezca por completo. Este proceso de extinción es claro: el glaciar Broggi no posee un área de acumulación. Es así como sucesivos balances negativos han mermado considerablemente su masa sin permitir la renovación del material en la zona alta. En efecto, el Broggi ha perdido unos 29 millones de metros cúbicos equivalentes en agua de su masa entre 1972 y 1997. La pérdida correspondiente de área durante ese mismo período ha sido de 53 ha.

**Retrocesos del glaciar Broggi  
Glaciar en 1979 y 1997**



## GLACIAR URUASHRAJU

Este glaciar de mediana extensión se encuentra ubicado en la zona sur de la cordillera Blanca, al sur del nevado Huantsan, en un pequeño valle afluente del río Negro llamado Pumahuacanca. La lengua glaciar está orientada hacia el suroeste. Las coordenadas geográficas de su posición son 9°35'12" latitud sur y 77°18'55" longitud oeste.

Al inicio de las observaciones regulares en el año 1968 tenía una longitud máxima de 2,5 km y una superficie de 2,15 km<sup>2</sup>, y sus límites superior e inferior eran de 5600 y 4575 msnm, respectivamente. En la actualidad, su longitud máxima es de 2,1 km y su superficie de 1,765 km<sup>2</sup>. En su retroceso ha desarrollado una pequeña laguna que actualmente no se encuentra en contacto con el glaciar.

La zona de ablación muestra poca pendiente con escasa presencia de grietas de gran tamaño, mientras que la zona de acumulación se halla intensamente agrietada debido a la fuerte pendiente. Existe una zona intermedia de poca pendiente, debida posiblemente a un umbral glaciar en el lecho rocoso. Las aguas de fusión de este glaciar y de otros de la cuenca discurren hacia el valle para formar el río Negro, que desemboca en el río Santa, en las inmediaciones del pueblo de Olleros. La superficie total de la cuenca es de 176 km<sup>2</sup>, de los que 19,07 se hallan cubiertos de glaciares (Hidrandina 1989). La morfología de la lengua glaciar corresponde a un glaciar de tipo valle, remanente de uno mucho mayor de la era de las glaciaciones del Pleistoceno. Las antiguas fluctuaciones de la posición del frente son claramente visibles por las formaciones morrénicas dejadas por el glaciar a su paso. Estas morrenas se pueden observar desde 12 km valle abajo, así como una serie de otras pequeñas a escasa distancia de su posición actual.

La superficie del glaciar fue objeto de varios levantamientos topográficos: mayo de 1973, abril de 1980, setiembre de 1985 y setiembre de 1995. El método adoptado fue el de intersecciones directas desde dos bases situadas en zonas rocosas adyacentes al glaciar. Los planos se hicieron a escala 1:5000 con intervalos de 5 y 25 m en las curvas de nivel. Las zonas altas fueron reproducidas a partir del mapa N° 20i-IV-NE 1:25 000 de la oficina del catastro rural del MINAG. La red de estacas instaladas en la superficie para medir el balance fue objeto de observación desde 1973 hasta 1997 por parte de ElectroPerú, INGEMMET, Hidrandina e INAGGA, con interrupciones en 1976 y de 1989 a 1992. Para el balance de acumulación se ha utilizado los datos obtenidos de la garganta del Huascarán, interpolados a la altura de la zona de acumulación del Uruashraju.

Se observó dos períodos de balance positivo: de 1973 a 1975 y de 1983 a 1985, y una disminución en la pendiente de la curva en los años 1984-1985. El balance negativo de mayor magnitud se ha observado en el período 1987-1988 y fue de 2896 millones de metros cúbicos/año, con un balance específico de 1,41 m. La altitud de la línea de equilibrio durante el período de observaciones ha variado de 4813 m en 1975 a 5085 m en 1988. El promedio de aportación hídrica del glaciar a la cuenca en los dieciocho años de observaciones ha sido de 60 l/s. La velocidad de movimiento del glaciar es de 15 m/año en la parte media de la zona de ablación a 4750 m de altitud y de 50 m/año en una altura de 4850 m cercana a la línea de equilibrio. Para el período 1982-1988 la contribución hídrica se ha calculado integrando la fusión de hielo a la precipitación. Para los demás años sólo se ha considerado el balance de ablación.

Las mediciones sistemáticas del frente glaciar se iniciaron en 1968. Los límites correspondientes a los años de 1948 y 1962 se reconstruyeron a partir de aerofotografías del SAN y el IGN, respectivamente. El glaciar ha retrocedido un promedio de 9,5 m/año hasta el año 1970 y un promedio de 3,3 m/año entre 1970 y 1980. Entre los años 1975 y 1977 pudo observarse un ligero avance del frente o un estado de equilibrio temporal. A partir de 1980 el retroceso se ha incrementado a 16,5 m/año en promedio, y es aún mayor en la última década del siglo XX: 22,9 m/año. En suma, la disminución en el período 1980-1997 ha sido de 33,4 ha, correspondientes a una pérdida de masa de 33,16 millones de metros cúbicos de agua.

**Retrocesos del glaciar Uruashraju  
Glaciar en 1980, 1989 y 1997**



## GLACIAR YANAMAREY

Este pequeño glaciar de tipo circo está situado en la zona sur de la cordillera Blanca, en las nacientes del valle del río Yanamarey, afluente del río Yanayacu. El glaciar está orientado en dirección suroeste. En 1970 tenía una superficie de 1,35 km<sup>2</sup> y una longitud máxima de 1,5 km, extendiéndose desde una altura máxima de 5200 msnm hasta una de 4590 m en el frente glaciar. Las coordenadas de su ubicación geográfica son 9°36'16" de latitud sur y 77°16'12" de longitud oeste. En la actualidad su longitud se ha reducido a 1,1 km.

La superficie del glaciar presenta una pendiente moderada y uniforme en la zona baja y central, con escasa presencia de grietas. La zona de acumulación es pequeña y de fuerte pendiente hacia el extremo norte, con gran profusión de grietas. El frente, con una fuerte escarpa, se encontraba hasta hace unos años en contacto con una laguna de regulares dimensiones formada en el lecho rocoso excavado por el glaciar.

La serie de observaciones anuales se iniciaron en 1972, tanto en las fluctuaciones del frente como para determinar el balance en una red de estacas instaladas para el efecto sobre la superficie del glaciar. El trabajo topográfico base para las observaciones constó de varios levantamientos de la superficie glaciar: a) restitución fotogramétrica de aerofotografías del IGN (1962), realizada en el Departamento de Meteorología de la Universidad de Wisconsin-Madison; y b) levantamientos topográficos terrestres llevados a cabo por la Unidad de Glaciología e Hidrología de Electroperú (en 1973, 1982, 1988 y 1995).

El balance neto se realizó sobre una red de estacas desde 1972 hasta 1997, con interrupciones en 1976 y 1989. El número de estacas en esta red fue variable en el curso del tiempo de observación, con cobertura incompleta en las partes altas.

En 1975 se tuvo un balance positivo de 0,316 millones de metros cúbicos de agua, con un balance específico de 0,27. Esto corresponde a un ligero avance en el frente glaciar en los años inmediatamente posteriores. Por otro lado, el balance negativo de mayor magnitud fue observado en el período 1987-1988 —4110 millones de metros cúbicos de agua—, lo que muestra una considerable disminución de la masa glaciar.

Al igual que para los glaciares anteriores, la acumulación específica se ha estimado sobre la base de los datos obtenidos en el Huascarán. El balance anual es casi siempre negativo: el glaciar ha retrocedido rápidamente y ha perdido una cantidad considerable de su masa.

La disminución de la superficie es de 65,3 ha y la pérdida en volumen de agua es de 63,5 millones de metros cúbicos. La línea de equilibrio ha variado durante el período de observaciones de 4741 a 5043 msnm. El aporte hídrico promedio en 21 años ha sido de 60 l/s. La velocidad promedio de flujo ha sido de 15 m/año en la zona inferior cercana al frente, y se incrementa a 17 m/año en la parte media a una altura de 4800 m.

Las observaciones de las fluctuaciones del frente se iniciaron en 1972 y han continuado sin interrupciones hasta el presente. El límite del glaciar en los años 1948 y 1962 se tomó de las aerofotografías del SAN e IGN, respectivamente. Entre los años 1974 y 1976 se observó un avance significativo. En la década de 1980 y hasta el presente, el promedio de retroceso ha aumentado a 20,3 m/año.

**Retrocesos del glaciar Yanamarey  
Glaciar en 1982, 1987 y 1997**



## GLACIAR SANTA ROSA

Este glaciar de tipo valle, de 2,32 km<sup>2</sup> de superficie, está ubicado en el extremo sur de la cordillera Raura, en las nacientes del río Raura. Tiene una orientación suroeste desde una altura de 5625 msnm hasta un límite inferior, o frente glaciar, a 4600 msnm. Al inicio de las observaciones (en 1977) tenía una longitud de 2,7 km, la misma que se ha reducido a 2,2 km en la actualidad. La ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 10°29'08" latitud sur y 76°43'58" longitud oeste.

La zona inferior de ablación muestra una pendiente suave con escasa presencia de grietas, mientras que la zona de acumulación es mucho más extensa y de fuerte pendiente, con abundancia de grietas y seracs. El frente termina sobre un lecho rocoso. Hacia el extremo derecho se observa una franja de hielo cubierto de escombros que aparentemente se encuentra separada del cuerpo principal; se trata de una masa de hielo muerto, sin actividad. En su retroceso ha dado lugar a la formación de una laguna de reducidas dimensiones y escasa profundidad.

El drenaje de las aguas de este glaciar y otros de la cuenca forman las nacientes del río Quichas, uno de los afluentes principales del río Huaura que desemboca en el océano Pacífico, en las inmediaciones de la ciudad de Huacho.

La serie de observaciones de campo se inició en setiembre de 1977, tras la instalación de una red de estacas para medir la ablación. Las mediciones continuaron hasta 1983 y se interrumpieron durante doce años (1984-1995). El glaciar ha sido objeto de tres levantamientos topográficos. El primero, en 1980, se realizó por métodos terrestres clásicos. El segundo fue elaborado por medio de una restitución fotogramétrica basada en aerofotografías de 1962 del IGN. El tercero fue realizado por topografía convencional en 1995.

Las observaciones del balance se han realizado sobre la base de una red de estacas instaladas en la superficie del glaciar, en la zona de ablación, hasta una altura de 5000 m aproximadamente. La densidad de estos puntos varió en el transcurso de las mediciones. La variación de la altura de la línea de equilibrio ha sido de 4861 msnm en 1978 a 5080 msnm en 1983. El aporte hídrico promedio ha sido de 89 l/s.

Como en el caso de los glaciares de la cordillera Blanca, la estimación de la acumulación en el glaciar Santa Rosa se ha realizado sobre la base de los datos obtenidos en la garganta del nevado Huascarán a 6050 msnm, interpolados a la altitud de la zona de acumulación del glaciar Santa Rosa, aun cuando éste se encuentra a unos 100 km al sur del Huascarán. La velocidad máxima de flujo del hielo —de 32 m/año— se encontró a 4900 msnm.

El límite inferior de las fluctuaciones del frente glaciar se estimó por aerofotogrametría. Desde 1962 hasta 1970 se observó un retroceso promedio de 3,1 m/año y de 7,1 m/año en la década 1971-1980. De 1981 a 1990 el retroceso se incrementó a un promedio de 21,1 m/año y en los siete primeros años de la última década de este siglo el retroceso promedio fue de 30,6 m/año, lo que pone en evidencia un fuerte y creciente balance negativo. Así, en el período 1962-1997 la superficie glaciar disminuyó en 25,5 ha, con una pérdida de 59,8 millones de metros cúbicos de agua; el retroceso acumulado del frente fue de 525 m.

## Retroceso del glaciar Santa Rosa Glaciar en 1980 y 1997



### Conclusiones

El retroceso de los glaciares estudiados hace imprescindible iniciar la observación y seguimiento de otros glaciares de por lo menos cuatro cordilleras ubicadas en el centro, oriente, sur este y sur del país para conocer su situación y vulnerabilidad con relación al manejo hídrico y la seguridad física.

En todas las lenguas glaciares que fueron objeto de estudio se encuentra un balance negativo importante, cuya progresión es bastante similar y con incrementos notables de balances negativos en los años 1978-1979, 1982-1983 y 1987-1988. Excepcionalmente, se ha encontrado balances positivos con pequeñas crecientes del frente glaciar en los años 1974-1975 en los glaciares Uruashraju y Yanamarey. La altura de la línea de equilibrio de todos los glaciares estudiados está sobre los 5000 msnm.

En la estación de precipitación de 1997-1998 se ha encontrado una irregularidad en la cordillera y se ha detectado una menor precipitación de nieve y una mayor caída de lluvias, aún sobre la cota de 5000 msnm, lo que ha contribuido a una mayor fusión de los glaciares.

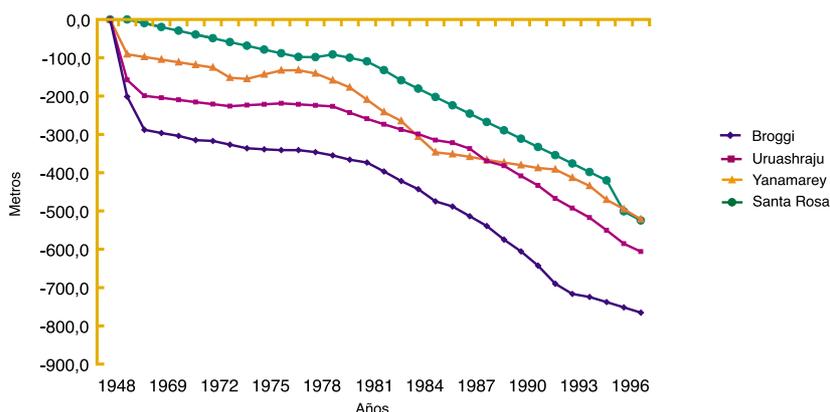
En 25 años, la reducción de las áreas glaciares ha sido de 86% para el glaciar Broggi, de 16% en 17 años para el Uruashraju y de 48% y 10,8% para los glaciares Yanamarey y Santa Rosa en los últimos 35 años respectivamente. La reducción de las áreas glaciares está en razón inversa a la superficie de los glaciares y a su altura: en glaciares de mayor superficie y altura, el volumen y superficie total de la masa derretida son menores que en los glaciares pequeños y de menor cota. Estos últimos tienden a desaparecer por efecto de balances negativos anuales.

El retroceso glaciar se ha incrementado a partir de mediados de la década de 1980 hasta nuestros días, y es tres veces mayor al registrado en años anteriores. En los cuatro glaciares estudiados se ha perdido más de 188 000 000 m<sup>3</sup> de reservas de agua en los últimos cincuenta años, reservas que dejarán de aportar recursos hídricos a la cuenca del Santa y del Huaral.

### Gráfico V.1.2

Fluctuaciones del frente de los cuatro glaciares estudiados 1948-1996

Fuente: CONAM 1999.



### ● V.1.2 Consecuencias sobre la vulnerabilidad del territorio

Tal como se ha mostrado, el proceso de desglaciación andina es considerable. Además de producir el retroceso de los frentes glaciares, promueve la formación de lagunas y glaciares "colgados". En los últimos veinte años se ha podido confirmar la formación de lagunas a partir de lenguas glaciares. En algunas ocasiones estas lagunas han producido aluviones de graves consecuencias. Éstos son causados por los desprendimientos de masas de hielo. Las más catastróficas han sido las avalanchas del pico norte del nevado Huascarán, que en los años 1962 y 1970 produjeron gigantescos aludes y sepultaron los centros poblados de Ranrahirca y Yungay respectivamente. En este último murieron 20 000 personas: la población total de esa ciudad.

En las cordilleras Blanca, Huayhuash, Huaytapallana, Urubamba y Vilcabamba se han producido más de treinta fenómenos de este tipo desde el inicio de las observaciones en 1950. A partir de 1941, el Perú viene desarrollando la ingeniería de drenajes, desagües, diques y túneles y, en general, la ingeniería de construcción de obras de seguridad.

La gran mayoría de las lagunas de la cordillera tiene origen glaciar, por la acumulación de agua de fusión durante el retroceso de los glaciares. Al excavar sus vasos ya sea en roca (como es el caso de las lagunas Auquiscocha y Cullicocha, en la cordillera Blanca) o limitadas por morrenas que se han cerrado, permiten la acumulación de grandes volúmenes de agua (de este tipo son las lagunas Tullparaju, Cuchillacocha y Rajucolta, al este de Huaraz).

Según el registro de aluviones y avalanchas en el Perú, las cordilleras en las que se han producido más catástrofes de origen glaciar son: cordillera Blanca (31 eventos), cordillera Huayhuash (2 eventos), cordillera Vilcabamba (4 eventos), cordillera Huaytapallana (1 evento) y cordillera Urubamba (1 evento).

### ● V.1.3 Medidas de adaptación

En la medida en que el peligro de aluviones de lagunas glaciares depende del volumen de agua que éstas contengan así como de la inestabilidad de los diques morrénicos que las encierran, son éstos los dos factores que hay que controlar.

La finalidad de la construcción de presas de seguridad es bajar el nivel del espejo de agua en las lagunas que mayormente tienen diques morrénicos, mediante un corte en el dique natural en forma progresiva y controlada. El procedimiento es el de un corte en seco. Antes de iniciar las labores diarias se represa la laguna y al término de las mismas se procede a evacuar el volumen embalsado. En el curso de este procedimiento se debe tener especial cuidado en el tratamiento de los taludes laterales del canal en excavación, los cuales deben tener un adecuado ángulo de reposo. Asimismo, debe evitarse las descargas bruscas de caudales y las erosiones regresivas que puedan afectar la estabilidad y las condiciones físicas de la morrena. En efecto, se han registrado casos de aluviones menores durante la ejecución del corte de desagüe, por lo que es estrictamente necesario que el personal calificado responsable esté permanentemente presente en la ejecución de estas obras. El mal manejo del procedimiento puede originar una catástrofe similar a las naturales.

Por otro lado, hay que recurrir a la construcción de túneles cada vez que resulte excesivamente costoso realizar cortes a tajo abierto (o cuando las condiciones físicas no lo permitan). Se construirán túneles allí donde haya buena calidad de roca para excavar. En el Perú se ha efectuado con éxito algunas obras de este tipo, entre las cuales destaca la realizada en la laguna Parón (provincia de Huaylas), la más grande de la cordillera Blanca, con una longitud y ancho de 3300 m y 600 m respectivamente, una profundidad máxima de 67,5 m y un volumen de agua de 71 945 000 m<sup>3</sup>. En esta laguna se excavó por la margen derecha, en la roca granodiorítica, un túnel de 1243 m de longitud y se hizo la conexión subacuática a 41 m de profundidad. Allí se combinaron los conceptos de seguridad y aprovechamiento de tal manera que actualmente Parón ha dejado de ser una laguna peligrosa y es posible obtener una regulación estacional de 38 000 000 m<sup>3</sup> en beneficio de la central hidroeléctrica del Cañón del Pato y el desarrollo agrícola de la zona. Luego de haber efectuado con éxito la conexión túnel-laguna, se procedió al desagüe del 80% del volumen de agua almacenada. Esto posibilitó la verificación de la estabilidad y condiciones de los taludes naturales interiores del vaso, lo que permitió la instalación de un sistema de control con dos compuertas, una de regulación y otra de emergencia, para poder manejar adecuadamente los volúmenes de la laguna manejando los conceptos anteriormente señalados de seguridad y aprovechamiento.

No obstante todos estos esfuerzos técnicos, aún no se ha logrado alejar completamente los peligros de avalanchas de hielo, en especial en glaciares colgados como los del Huascarán. Es necesario aplicar estrictamente la zonificación territorial en todas las áreas de riesgos potenciales y evitar la formación de núcleos habitacionales. Esto significa la reubicación de las poblaciones actualmente asentadas en las zonas de influencia aluviónica en el marco de una política de adaptación y mitigación de impactos sociales.

## V.2 Los impactos del fenómeno El Niño sobre el ecosistema marino peruano

### ● Impacto sobre la fauna y flora marinas

El impacto biológico del fenómeno El Niño (EN) se manifiesta a todo nivel: genético, bioquímico, celular, fisiológico y poblacional. En las comunidades, este fenómeno afecta tanto la distribución como la abundancia de las especies. Los impactos de este fenómeno sobre las especies de flora y fauna pueden ser positivos o negativos para cada especie en particular y, en algunos casos, también de una manera diferencial para una población o estadio específico de la misma especie (Tarazona *et al.*, 1988a, 1988c).

En períodos normales, la biomasa planctónica cerca de la costa es alta y presenta volúmenes promedio mayores de 3 ml/m<sup>3</sup>, con una predominancia de los primeros productores primarios en más del 80% de toda el área estudiada (Rojas de Mendiola *et al.* 1985). La composición del fitoplancton se caracteriza por el alto grado de endemismo, con la presencia de diatomeas pequeñas de alta tasa de reproducción como *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros debilis*, *Ch. curvisetus*, *Ch. affinis* y *Detonula pumilla*, entre otras, seguido de especies de fases más avanzadas como *Thalassionema nitzschioides*, *Rhizosolenia alata*, *Coscinodiscus spp.*, *Lithodesmium undulatum*, etcétera. Esta alternancia en el dominio y sucesión espeziológica de la comunidad estaría relacionada estrechamente a la intensidad de los afloramientos. En ambientes oceánicos, el fitoplancton está representado principalmente por los dinoflagelados, así como diatomeas grandes con baja tasa de asimilación y reproducción.

Durante el período El Niño, los factores más indicativos de las modificaciones se basan en la menor concentración de fitoplancton, en la drástica disminución del área de distribución de las diatomeas que se retiran a áreas muy costeras

o desaparecen, y en la amplia distribución en el plancton nerítico de especies termófilas (*Ceratium trichoceros*, *C. hexacantum*, *C. gravidum*, *Goniodoma polyedricum*, *Ceratocorys horrida*, *C. reticulata*, etcétera) de otras masas de agua (aguas subtropicales superficiales, ASS y/o aguas ecuatoriales superficiales, AES).

Dentro de las 30 mn, las concentraciones promedio de biomasa planctónica están por debajo de los 0,5 ml/m<sup>3</sup> asociadas a EN 1982-1983 y 1986-1987, mientras que las concentraciones entre 0,5 ml /m<sup>3</sup> y 1,0 ml /m<sup>3</sup> se han asociado a EN 1976, 1992-1993 y 1997-1998 (Sánchez 2000).

El segundo nivel trófico (productores secundarios) se caracteriza por presentar en períodos normales patrones estacionales y latitudinales de distribución. Las menores biomásas se localizan dentro de las 60 mn en el otoño e invierno (0,6 cc/m<sup>2</sup>) y alcanzan los mayores valores (15,0 cc/m<sup>2</sup>) en primavera y verano (Santander y Carrasco 1984). Latitudinalmente, las mayores concentraciones de zooplanctontes se localizan entre los 04° y 06° y al sur de los 14°, asociadas a organismos de dimensiones menores como *Copepoda*, *Ostracoda* y *Cladocera*.

Los cambios más notorios por efectos de la tropicalización de estas áreas son los referentes al decrecimiento de estadios larvarios meroplanctónicos propios de la zona costera, y el transporte de una variedad de organismos de áreas oceánicas o ecuatoriales en los que los organismos carnívoros (*Oncae venusta*, *Corycaeus especiosus* y *Oithona plumífera*) ocupan un lugar importante (Ayón *et al.* 1999). En estos períodos la biomasa zooplanctónica se incrementa entre 3,6 a 18,0 cc/m<sup>2</sup> y se localiza cerca de la costa asociada a un incremento en la diversidad de grupos y especies gelatinosas. Entre algunas de las especies que ocasionan la mayor abundancia tenemos a *Apendicularia*, *Siphonophora*, *Chaetognatha* y *Ostracoda*.

Los indicadores biológicos de masas de agua son considerados elementos valiosos en la detección temprana de EN (Ochoa *et al.* 1985). Así tenemos entre los organismos indicadores del fitoplancton al dinoflagelado *Ceratium breve*, indicador de AES; a *Ceratium praelongum*, *C. incisum* y *C. extensum*, indicadores de ASS, y a *Protoperidinium obtusum*, indicador de aguas costeras frías (ACF).

Entre los organismos del zooplancton tenemos a los quetognatos (*Chaetognatha*) con sus representantes *Sagitta regularis*, indicadora de ASS y a *Krohnitta subtilis* indicadora de ACF (Sandoval 1987). La distribución anormal y/o alteración biogeográfica en el ecosistema de afloramiento peruano de estas especies estaría indicándonos anomalías a nivel oceanográfico.

Un ejemplo del impacto de EN sobre la fauna y flora marina es la variabilidad inducida por sus últimos eventos sobre la comunidad del macrobentos de 34 m de profundidad en la bahía de Ancón (Tarazona 1998).

La densidad del macrobentos en esta estación es habitualmente baja antes de EN, con un máximo de 13,3 individuos x 0,04 m<sup>2</sup>. Durante EN 1982-1983 alcanzó un máximo de 512 individuos x 0,04 m<sup>2</sup> y durante EN 1991-1993 alcanzó un máximo de 101,7 individuos x 0,04 m<sup>2</sup>. Finalmente, en junio de 1997, alcanzó un máximo de 90 individuos x 0,04 m<sup>2</sup>. En los dos últimos eventos, el incremento de la densidad resultó cinco veces menor al de EN 1982-1983.

Cada una de las especies de la comunidad del macrobentos tiene una respuesta particular a EN. Algunas especies oportunistas, como el ofiuroideo *Ophiactis kröyeri* y el gasterópodo *Nassarius dentifer*, tienen una respuesta temprana a EN: incrementan su densidad apenas se inicia. Otras especies, como los poliquetos *Magelona phyllisae*, *Sigambra bassi*, *Parandalia fauveli*, *Paraprionospio pinnata* y *Chaetozone* sp. y el forónido *Phoronis* sp., aumentan su densidad con la primera elevación fuerte de temperatura y generalmente mantienen su densidad o vuelven a incrementarla en el período post-Niño. Un tercer grupo de especies, como los poliquetos *Diopatra obliqua* y *Leitoscoloplos chilensis*, incrementan su densidad más lentamente, coincidiendo con la máxima elevación de las anomalías térmicas de EN. Éstas también persisten o vuelven a incrementar su densidad durante el período post-Niño, antes de declinar definitivamente (Tarazona *et al.* 1988a, 1996).

El ecosistema de afloramientos peruano está adaptado a las oscilaciones de El Niño-Oscilación Sur (ENSO) y demuestra una gran elasticidad. Así, una vez terminado el disturbio y el estrés, la comunidad retorna a su equilibrio anterior (Tarazona *et al.* 1985, 1988b). De esta manera, el ecosistema de afloramientos peruano muestra dos puntos de estabilidad: uno es el estado EN y el otro La Niña, que alternan como dos extremos de un movimiento pendular.

Otro aspecto importante del impacto biológico de EN es la alteración de los límites biogeográficos en el ecosistema marino frente a la costa peruana (Tarazona y Valle 1998). El límite sur de la provincia panameña se desplaza mucho más al sur. Durante los eventos EN puede apreciarse, por un lado, que muchas especies tropicales extienden su

distribución hacia la costa central y sur del Perú, como los langostinos *Xiphopenaeus riveti* y *Penaeus californiensis*, la langosta *Panulirus gracilis*, los cangrejos *Euphylax dovii*, *Euphylax robustus*, *Portunus acuminatus* y *Callinectes acuminatus*, el percebe *Pollicipes elegans*, los moluscos *Pteria sterna* y *Malea ringens* y los peces *Anchoa nasus*, *Stellifer pizarroensis*, *Selene peruvianus* y *Menticirrhus paitensis*. Por otro lado, algunas especies oceánicas grandes se acercan mucho más a la costa, como es el caso del perico *Coriphaena hippurus*, el atún de aleta amarilla *Thunnus albacares*, y diversas especies de tiburones, como el tiburón diamante *Isurus oxyrinchus* y el tiburón martillo *Sphirna sp.*

En cuanto a la distribución de los huevos y larvas de anchoveta y sardina, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) cuenta con una serie de tiempo importante (30 años) que permite observar variaciones en la composición, distribución y abundancia de estas especies. En períodos normales, la anchoveta desova a lo largo de la costa peruana entre Paita e Ilo, dentro de las 60 mn de la costa, con núcleos de concentraciones mayores a los 4000 huevos-larvas/m<sup>2</sup>. En períodos EN, asociada a una reducción en las áreas de desove dentro de las 20 mn, se observa una disminución en las concentraciones tanto de huevos como larvas (3309 huevos/m<sup>2</sup> y de 282 larvas/m<sup>2</sup>).

Es importante destacar que en el caso de los principales recursos pesqueros se presentan dos situaciones: la primera, cuando la especie sufre un impacto negativo y muestra emigración, profundización y mortandad, como en el caso de la anchoveta *Engraulis ringens*. Esto resulta negativo para su pesquería, aunque en algunos casos va acompañado por una reducción del campo vital, lo que eleva la densidad por unidad de área y facilita la sobrepesca; y la segunda, cuando las poblaciones de la especie muestran un impacto positivo y amplían su campo vital, el cual muchas veces se extiende hasta profundidades mayores, como es el caso de algunos peces demersales como la merluza, aunque dichos cambios resultan negativos para su pesquería en ese momento.

## ● Los daños generados en el sector pesca

Entre los daños más importantes causados por EN están la reducción de las capturas de las especies comerciales predominantes, la afectación directa de la infraestructura tanto de la pesca continental como de la pesca marítima, y la repercusión sobre el empleo local, que perjudica directamente a los pescadores de bajos ingresos en la zona norte del país.

## ● Posibles impactos futuros del cambio climático<sup>31</sup>

Aunque existe incertidumbre sobre los impactos futuros del cambio climático sobre el ecosistema marino, inferimos, con base en los datos e indicios, que al duplicarse la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera el ecosistema marino costero peruano mostraría lo siguiente:

- Una elevación del nivel del mar.
- Una elevación de la temperatura superficial de las aguas oceánicas frente al Perú de unos 3-4°C por encima del promedio actual.
- La termoclina sufriría una profundización asociada a una menor turbulencia y mezcla vertical en la zona eufótica.
- Una intensificación del estrés del viento en la zona costera y de las surgencias costeras.
- Una intensificación y expansión de la hipoxia en el subsistema bentónico y el consiguiente incremento de SH<sub>2</sub> en el fondo.
- El evento ENSO seguiría manifestándose en forma recurrente.

Se considera que la elevación de 1 m en el nivel del mar es el escenario futuro más aceptable para cuando la atmósfera duplique su concentración de CO<sub>2</sub>. Este escenario implicaría la inundación de las áreas bajas, erosiones, intrusiones de agua salada, incremento del daño por las marejadas, desbordes, etcétera. De acuerdo a las estimaciones del Grupo Nacional de Perú de Cambio Climático del Plan de Acción del Pacífico Sudeste<sup>32</sup>, las pérdidas potenciales por la inundación en las obras litorales, viviendas, clubes, plantas pesqueras e industriales serían de US\$ 168 250 000. Por otro lado, las pérdidas globales para ocho localidades (delta del río Tumbes, Paita-Sechura, Trujillo, Chimbote, Lima Metropolitana, Pisco-Paracas, Lagunas de Mejía e Ilo) serían de aproximadamente US\$ 1 000 000 000 (CPPS 1997). Las playas serían las áreas más propensas a los efectos de la elevación del nivel del mar. Al respecto, cerca

<sup>31</sup> Véase el artículo del Dr. Juan Tarazona en CONAM 1999.

<sup>32</sup> Integrado por la Universidad Nacional Federico Villarreal, la Dirección General de Hidrografía y Navegación y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

del 53% de la playa La Herradura en Lima quedaría potencialmente inundada. También cabe destacar las potenciales pérdidas en la maricultura, en especial en la actividad langostinera de Tumbes, y la posible desaparición de los extensos humedales distribuidos a lo largo de la costa, con la consiguiente pérdida en diversidad biológica.

Los modelos (Meehl y Washington 1996) muestran que el cambio climático en el ecosistema marino puede manifestarse como un evento EN. Si esto fuera así, los cambios ecológicos pueden ser drásticos y también sus consecuencias en la pesquería, transporte y recreación. Este cambio puede alterar el ecosistema marino peruano e inducir grandes variaciones en los patrones de distribución y migración de las especies, fracasos en la reproducción, reducción de la supervivencia de huevos y larvas, modificación de las interacciones de competencia y depredación, extinción de especies y modificación de los límites biogeográficos de la provincia panameña y provincia peruana, entre otros.

Con el incremento del estrés del viento y la intensidad de las surgencias se produciría un aumento de la producción primaria fitoplanctónica. Ello afectaría a las cadenas tróficas al incrementar las poblaciones de peces pelágicos comerciales como la anchoveta y también las poblaciones de peces mesopelágicos como los peces linterna. En el subsistema bentónico las consecuencias serían negativas por el incremento de materia orgánica que sedimenta, lo que conlleva una progresiva expansión de los fondos hipóxicos. Asimismo, los resultados de algunos modelos (Meehl y Washington 1996) mostraron la tendencia a una profundización de la termoclina. Una profundización severa de la termoclina anularía el acarreo de aguas ricas en nutrientes. Esto implicaría una disminución de la productividad primaria y posiblemente la caída de las poblaciones de anchoveta, con el consiguiente incremento de las poblaciones de sardina *Sardinops sagax sagax*. En este escenario las poblaciones de peces demersales como la merluza *Merluccius gayi* se verían favorecidas debido a una disminución de la hipoxia en los fondos. El volumen de zooplancton en el ecosistema de surgencias costero peruano para el mismo escenario debería mantener su tendencia a la declinación para un período de 23 años.

Finalmente, hay que destacar que la mayor preocupación sobre el impacto ecológico del cambio climático global se ha centrado en las consecuencias de largo plazo, pero debemos desplegar también los máximos esfuerzos para resolver los efectos transicionales que podrían afectarnos en las décadas más cercanas con mucha severidad.

## V.3 Los impactos del fenómeno El Niño sobre la salud pública

El fenómeno El Niño ha impactado sobre la salud, particularmente en las enfermedades transmitidas por vectores (debido a su incremento), las enfermedades transmitidas por el uso de servicios de agua contaminada a causa del colapso de los servicios de saneamiento básico, así como las enfermedades dermatológicas y las enfermedades respiratorias agudas como consecuencia del deterioro de las viviendas, por un lado, y de los cambios de temperaturas, por el otro. Otro efecto observado durante El Niño, pero aún poco descrito, es la hipertermia, manifestada en recién nacidos y en personas de edad avanzada.

A continuación describiremos los efectos esperados de los cambios climáticos sobre la salud, tomando como ejemplo las enfermedades de mayor impacto dentro de cada gran grupo: la malaria, entre las enfermedades transmitidas por vectores; el cólera, del grupo de las transmitidas por agua y alimentos infectados, y la hipertermia, inducida por el calor como consecuencia directa de los cambios ambientales sin necesidad de ningún agente biológico.

### ● Malaria

De acuerdo a modelos desarrollados sobre malaria en diferentes escenarios de cambio climático, el riesgo de epidemias aumentará sustancialmente en las regiones tropicales y templadas. En efecto, se estima que hacia la mitad del siglo XXI un millón de muertes anuales adicionales se atribuirán a los cambios climáticos esperados.

En el Perú la malaria ha causado graves daños a la salud y a la economía en todas las épocas. El problema estuvo a punto de ser resuelto en la década de 1960-1970, pero en la siguiente nuevamente aumentó, volviendo a ser una de las primeras causas de morbilidad en el país.

La década de 1970-1980 se caracterizó por un aumento constante de las áreas de riesgo y en 1981 el 60% del territorio nacional llegó a considerarse malarígeno. En la década de 1980-1990 se registró un incremento sostenido de casos y en los años noventa se observó una verdadera explosión en el número de casos, tanto de los originados por

*P. vivax* como por *P. falciparum*. Antes de El Niño 1997-1998 la incidencia de la malaria era más o menos estable. Con el inusual incremento de las lluvias provocadas por El Niño, asistimos a un fuerte aumento de casos, especialmente en el norte del país. Se observó, sin embargo, que la transmisión por *P. falciparum* no ha sido homogénea en las diferentes regiones. En algunos lugares se ha caracterizado por la presencia de brotes epidémicos recurrentes, como en la zona noroeste del país. En 1997 la región de la selva, especialmente el departamento de Loreto, registró el mayor número de casos de malaria transmitida por *P. falciparum*. En 1998, mientras duró El Niño, pasó al segundo lugar con respecto a la región noroeste.

A lo largo de las últimas tres décadas se ha registrado un aumento progresivo del área malarígena, y el país ha alcanzado niveles similares a los que tenía antes de 1958. La situación ha empeorado debido al ingreso al territorio nacional del *P. falciparum*, causante de un tercio del número de casos de malaria (en 1992 representaba el 1% del total de casos), con gran riesgo de mortalidad en los pacientes afectados.

## ● Cólera

El cólera es la enfermedad diarreica más temible. Pocas enfermedades infecciosas pueden influir de manera tan negativa en la economía de los países en desarrollo como ésta. Aún ahora, más de cien años después de la identificación de su ruta de adquisición y del agente que la causa, se asocia con tasas de morbilidad y mortalidad significativas.

Tal vez la característica más notoria del cólera sea su tendencia a presentarse en brotes explosivos, generalmente con varios focos simultáneos (Glass *et al.* 1982), y su habilidad para causar verdaderas pandemias que se extienden en el tiempo y abarcan extensos territorios.

En diversos lugares se ha demostrado la presencia de *Vibrio cholerae*, especialmente el biotipo "El Tor", en el medio ambiente y por largos períodos de tiempo sin que exista enfermedad clínica importante en las poblaciones expuestas.

Las epidemias se presentan cuando hay condiciones favorables. Se especula que entre estas condiciones están las siguientes:

- Aumento de la temperatura.
- Aumento del nivel del agua en los ríos.
- Aparición de la salinidad óptima en los estuarios o nichos ecológicos donde se mantiene el reservorio del *Vibrio cholerae*.

Con estas condiciones, el *Vibrio cholerae* aparece en forma simultánea en diferentes lugares y en grandes cantidades como para causar la epidemia y el suficiente número de casos clínicos severos que permitan reconocer la presencia de la enfermedad. Sin embargo, la gran salinidad del mar no permite que el *Vibrio cholerae* sobreviva masivamente en ese medio. Inicialmente se aseveró que el consumo de pescado y mariscos crudos eran el vehículo principal de transmisión de la epidemia en el Perú, pero la naturaleza explosiva de los brotes sugería una fuente común de contagio.

El Perú fue el país más severamente afectado por el cólera. El inicio de la epidemia fue brusco, con mayor incidencia en los meses de verano y una tendencia decreciente anual.

Durante el primer año de la epidemia se reportaron 322 562 casos, que representaron el 82% del total del número de casos informados en América Latina a la OPS. Desde enero de 1991 hasta setiembre de 1994, el Perú reportó 625 259 casos, equivalentes al 60% del número total de casos de la región latinoamericana. Aproximadamente el 46% de las muertes por la epidemia en esta región ocurrieron en el Perú, sin embargo, la tasa de letalidad en nuestro país fue la más baja durante ese período: 0,7%. Se estimó que la relación de casos asintomáticos *versus* casos sintomáticos fue veinte veces mayor durante el inicio de la epidemia. En la región de la costa se observaron tasas de ataque y letalidad menores que en la sierra y selva. En algunos de estos últimos lugares las tasas llegaron al 6% y 13,5% respectivamente. Hay ciertos factores que explicarían por qué el cólera tuvo una presencia explosiva en el Perú durante este período:

- Las deficientes condiciones sanitarias y los altos niveles de pobreza.
- La alta prevalencia del grupo sanguíneo O (Vidal *et al.* 1991).
- La asociación entre infección por *Helicobacter pylori* y gastritis crónica con hipoclorhidria (Clemens *et al.* 1995).
- La aparición de una nueva clona de *Vibrio cholerae* latinoamericana por cambios moleculares influidos por alteraciones ambientales (Waschmuth *et al.* 1993).

Durante 1994-1997 el cólera pasó a ser una enfermedad endémica y constituyó una causa más entre los patógenos causantes de enfermedad diarreica aguda. Es a partir del último trimestre de 1997, coincidiendo con la presentación de El Niño, que se observa un incremento del número de casos. Así, durante 1997 se registraron 1272 casos, mientras que durante el primer semestre de 1998 se reportaron 35 934. El mayor número de casos del año 1998 se presentó durante el primer trimestre. A partir de entonces, la estadística muestra una tendencia decreciente sostenida (MINSA 1998).

## ● Hipertermia inducida por calor

El Niño trajo enfermedades como consecuencia directa e indirecta de su efecto destructor sobre las instalaciones de servicios de saneamiento básico, vivienda y medio ambiente. Además de crear las condiciones para el resurgimiento de enfermedades infecciosas, aparecieron otras cuya ocurrencia no había sido considerada.

A fines de 1997, en diversas ciudades de la costa norte del Perú, y de modo casi simultáneo, empezaron a reportarse casos de un síndrome febril en niños del que no se tenía una etiología determinada. En un inicio estos casos se presentaron en Talara (Piura) y luego en otras ciudades de la costa norte y central, y, con el transcurso de los días, se reportaron casos en personas mayores de 60 años.

Uno de los principales efectos de El Niño es la elevación de la temperatura ambiental por encima de los niveles promedio, inclusive mayores a los registrados durante los períodos de verano, así como el incremento de la humedad relativa. También está documentada la asociación entre las temperaturas ambientales elevadas y el desarrollo de enfermedades y se ha llegado a reportar un incremento en la tasa de mortalidad (Semenza *et al.* 1996, MMWR 1994, MMWR 1996). El aumento de la temperatura ambiental entre 2 y 4°C eleva el riesgo de mortalidad en cuatro veces.

Entre la segunda semana de diciembre de 1997 y febrero de 1998 se produjo un inusual incremento de casos febriles en niños y ancianos sin una causa conocida, sin respuesta al uso de antipiréticos y a la terapéutica antimicrobiana, lo que motivó la conformación de Grupos de Intervención Rápida (GIR) del Instituto Nacional de Salud (INS) para evaluar el problema *in situ*. Se estableció la siguiente definición de caso: "Niños menores de cinco años y adultos mayores de 60 con fiebre refractaria al uso de antipiréticos y sin foco aparente de infección".

En Talara se evaluó a 42 personas afectadas, de las que fallecieron 8. El promedio de edad de los pacientes en este grupo fue de 9,5 meses (rango de 4 a 16 meses), con un tiempo promedio de la enfermedad de 7 días. La sintomatología asociada a la fiebre fue diarrea con flujo variable, dificultad respiratoria y compromiso neurológico caracterizado por hipertensión, convulsiones y edema cerebral. En los exámenes auxiliares se encontró leucocitosis sin desviación izquierda.

En Chimbote (Ancash) se logró evaluar cercanamente a 25 pacientes, 17 de los cuales fueron de sexo masculino. Veinte pacientes tenían entre 5 y 18 meses de edad y 17 de ellos más de 15 días de enfermedad. En esa ciudad fallecieron 5 niños. Los factores predisponentes hallados en 3 de ellos fueron síndrome de Down e hipoxia neonatal. Asimismo, casi un 50% de los afectados sufría desnutrición crónica. Los demás fallecidos eran eutróficos y sin antecedentes de importancia. En el mismo período se registraron 16 casos de síndrome febril en adultos mayores de 60 años (promedio de 73,5 años), de los cuales 2 fallecieron. En todos se detectó hiponatremia al ser hospitalizados.

Durante la primera semana de febrero, en la ciudad de Trujillo (departamento de La Libertad) se reportó el fallecimiento de 7 pacientes mayores de 65 años luego de un proceso febril de dos semanas de evolución. Desde la tercera semana de diciembre hasta el 6 de febrero de 1998, en el Hospital Belén de la misma ciudad se hospitalizaron 40 niños menores de 5 años con síndrome febril, de los cuales fallecieron 11. En la sección de emergencia de ese hospital fueron atendidos 159 pacientes. El promedio de edad fue de 14,8 meses. En las áreas afectadas, el 20% procedía de la zona urbana y el 80% de asentamientos humanos y pueblos jóvenes, cuyas viviendas tienen deficientes condiciones de ventilación y temperaturas intradomiciliarias mayores a las ambientales en 1°C.

Para descartar la etiología infecciosa se realizaron estudios bacteriológicos con hemocultivos y cultivos de líquido cefaloraquídeo, cuyos resultados fueron negativos para bacterias. Los estudios virológicos permitieron aislar *Denovirus* y *Virus Parainfluenza I, II, III* en los diferentes lugares estudiados. Sin embargo, estos aislamientos no guardan un patrón que explique el síndrome febril en su conjunto y muchos de ellos se aislaron en pacientes con más de una semana de enfermedad, por lo que lo más probable es que correspondan a infecciones secundarias en un huésped con una respuesta inmune alterada como consecuencia de la hipertermia.

Se ha demostrado que el aumento de la temperatura corporal en pocos grados puede mejorar la respuesta del sistema inmune ante agresiones exógenas, pero también se sabe que, en algunas circunstancias, la elevación de la temperatura corporal afecta las defensas del huésped y su respuesta inmunológica y altera el reclutamiento de leucocitos. Sobre la base de las observaciones clínicas de la evolución de los casos febriles y la interpretación de las pruebas de laboratorio, ha sido posible la identificación de etapas en la presentación del *Síndrome febril inducido por calor*.

Durante las olas de calor, definidas como tres o más días consecutivos con temperaturas ambientales superiores a los 32,2°C, existe mayor riesgo para el desarrollo de enfermedades debidas a dicha elevación, riesgo que se incrementa cuando la humedad relativa es alta. En el período comprendido entre diciembre de 1997 y el verano de 1998, tales condiciones se dieron en diversos lugares del país y se reportaron anomalías positivas en las temperaturas extremas del ambiente, especialmente en la temperatura mínima, en la cual las variaciones alcanzaron hasta 7°C por encima de sus promedios (mayores a las observadas en los anteriores Niños de 1972-1973 y 1982-1983). Las temperaturas reportadas oscilaron en un rango de 25 a 35°C, con humedades relativas entre 75 y 85%.

La respuesta fisiológica del organismo humano ante el aumento de la temperatura es la pérdida de calor corporal. Ello se logra por cuatro mecanismos:

- 1) Radiación, mediante eliminación de ondas electromagnéticas (60%).
- 2) Convexión, por transferencia de calor hacia el aire con menor temperatura o hacia otro objeto en movimiento (12%).
- 3) Conducción, cuando la transferencia de calor se efectúa directamente por contacto con otro cuerpo que se encuentra a menor temperatura (3%).
- 4) Evaporación, mediante la transpiración (sudor) (25%).

Las dos primeras son efectivas cuando la temperatura del aire es menor que la del cuerpo. Si la temperatura ambiental es mayor o igual que la temperatura de la superficie corporal, el calor sólo puede perderse por la sudoración, lo cual depende del nivel de aclimatación del individuo, así como de la humedad relativa. En niños y adultos mayores la capacidad para regular la temperatura es menor. Además, tienen la limitación de no reemplazar instintivamente sus pérdidas de líquidos. La característica principal que presentan los pacientes con el síndrome febril que hemos descrito es la presencia de temperaturas elevadas y piel seca (70%).

Usualmente nos referimos a la fiebre como una respuesta del sistema regulador del hipotálamo mediada por pirógenos endógenos. En la hipotermia, el termostato regulador es normal pero los mecanismos periféricos son incapaces de mantener la temperatura corporal.

Las observaciones hechas sobre el impacto directo de la elevación de la temperatura ambiental sobre la salud de las personas en los extremos de la vida, nos ha permitido definir una forma de presentación clínica: *Hipertermia inducida por calor*, lo cual permitirá tomar las medidas de prevención y control en futuros eventos El Niño.

## V.4 Los impactos del fenómeno El Niño sobre la agricultura

El efecto del incremento de la temperatura sobre la agricultura como consecuencia del fenómeno El Niño se ha sentido en el desarrollo vegetativo, en el rendimiento y la sanidad de los cultivos, sean éstos nativos o introducidos.

En la región andina la expresión más notoria del fenómeno El Niño han sido las sequías o las precipitaciones pluviales excesivas, que en algunos casos han llegado a afectar directamente el desarrollo de los cultivos. Sin embargo, el impacto indirecto ha sido más importante porque favoreció el desarrollo de las plagas en condiciones de sequía y las enfermedades en las condiciones lluviosas (véase el cuadro V.4.1).

CUADRO V.4.1

Escala de evaluación para plagas y enfermedades aplicada en los diferentes cultivos

Infestación	Descripción
-1	Ausente
2	Ligero
3	Mediano
4	Abundante / severo
5	Muy abundante / muy severo

Fuente: CONAM 1999: 115-135.

Para ilustrar estos efectos adversos se ha estudiado los efectos del aumento de la temperatura sobre la propagación de plagas y enfermedades y, consecuentemente, sobre el rendimiento de los cultivos del valle de Cañete situado a 140 km al sur de Lima. Este valle tiene una superficie de 24 000 ha, de las cuales 22 600 son cultivables. Los principales cultivos son, en orden de prioridad, el algodón de la variedad Tangüis, seguido de cultivos diversos como papa, camote, maíz, yuca, cítricos (especialmente mandarinas), frutales caducifolios (manzano, durazno y vid), palto, mango y hortalizas diversas. El algodón es un cultivo de exportación tradicional.

En cuanto a la situación agroecológica del valle, se trata de un oasis irrigado, en un desierto con neblinas y escasa llovizna durante el invierno y con una precipitación anual mínima (de 5 a 10 mm). Las temperaturas usuales en verano son de 30°C como mínimo. En invierno las temperaturas máxima y mínima son 18°C y 14°C respectivamente. Los suelos son considerados de fertilidad media, bajos en fósforo, con una alta salinidad en la parte costera, con niveles altos de potasio y calcio y pobres en materia orgánica (menores que 12%). La vegetación natural es típica de zonas áridas, con una cobertura del suelo muy escasa. El sistema agrícola practicado es de tipo intensivo, basado en técnicas tradicionales y orientado en gran medida a satisfacer la demanda de la capital.

El valle de Cañete comparte con otros valles de la costa la característica peculiar de poder cultivar, prácticamente en el mismo lugar, plantas introducidas de climas templados (manzano, durazno, vid), plantas subtropicales (paltos y cítricos) y plantas tropicales (mangos, plátano). Esto es posible gracias a la combinación de un clima moderado con una serie de prácticas agronómicas, especialmente el manejo del riego, para lograr cierto equilibrio fisiológico de las plantas en ausencia de las condiciones climáticas típicas de sus lugares de origen. Esta situación constituye una gran ventaja económica para la producción diversificada de los agricultores, pero también representa un riesgo mayor frente a los cambios climáticos que fácilmente afectan la precariedad de este equilibrio.

El incremento de la temperatura ha ocasionado un aumento de 45% de las plagas de los cultivos estudiados en el período 1996-1997 y de 34% en el período 1996-1998. La incidencia de las enfermedades se incrementó en 42% en el período 1996-1997 y en 67% en el período 1996-1998. Como consecuencia de estos cambios en las condiciones de cultivo, el rendimiento del valle bajó en promedio durante el período 1996-1998 en 57%.

CUADRO V.4.2

Efecto del fenómeno El Niño en la gradación de las principales plagas de los cultivos (Promedios)

Tipo de cultivo	Infestación		
	1996	1997	1998
Cultivos anuales			
Papa	2,3	3,3	2,8
Camote	2,3	3,5	3,4
Algodón	2,7	4,0	5,0
Maíz	3,0	3,7	3,3
Cultivos semiperennes			
Espárrago	3,0	4,3	4,0
Cultivos perennes			
Frutales siempreverdes			
Cítricos	2,4	3,7	2,7
Frutales caducifolios			
Vid	2,0	3,5	3,0
Duraznero	3,0	3,5	3,3

CUADRO V.4.3

Efecto del fenómeno El Niño en la gradación de las principales enfermedades de los cultivos (Promedios)

Tipo de cultivo	Grado de infestación		
	1996	1997	1998
Cultivos anuales			
Papa	2,5	3,0	3,0
Camote	1,0	2,0	4,0
Maíz	3,0	5,0	3,0
Cultivos semiperennes			
Espárrago	4,0	5,0	5,0
Cultivos perennes			
Frutales caducifolios			
Vid	3,3	3,3	3,0

CUADRO V.4.4

Efecto del fenómeno El Niño en la pérdida de rendimiento de los cultivos 1996-1998

Tipo de cultivo	Pérdida de rendimiento (%)
Cultivos anuales	
Papa	56
Camote	43
Algodón	50
Maíz	46
Cultivos semiperennes	
Espárrago	70
Cultivos perennes	
Frutales siempreverdes	
Cítricos	60
Frutales caducifolios	
Vid	38
Duraznero	97

La gran variedad de cultivos en el valle de Cañete ha servido para aprender muchas lecciones, las cuales pueden generalizarse y formar parte de una hipótesis de valor global en el análisis del cambio climático y la producción agrícola. En cuanto a los efectos del calentamiento ambiental en la fisiología de la planta (o adaptabilidad), hay cultivos que no son afectados, por ejemplo, el plátano y la yuca. Otros, especialmente los introducidos de climas templados con inviernos fríos (manzano, vid, pera, durazno, olivo), requieren de una estación fría para su normal desarrollo fenológico. En forma similar, cultivos como la papa y la mayoría de las hortalizas requieren temperaturas bajas, por lo menos durante la noche, para su desarrollo o tuberización. De lo expuesto, queda claro que la variabilidad del clima, sea estacional o diaria, juega un papel esencial en la adaptación de ciertos cultivos. En esta variabilidad, las temperaturas extremas (temperaturas mínimas en este caso) tienen un mayor significado que las temperaturas promedio. Si no se dan esas temperaturas mínimas invernales o nocturnas, cierto número de especies tendrán que dejar de cultivarse.

Para que las plantas puedan sobrevivir frente a las irregularidades climáticas, sería necesario ampliar la capacidad intrínseca de tolerancia a los estreses de temperatura y humedad de las especies más cultivadas. Dentro de ciertos límites, las tecnologías genéticas tradicionales y la ingeniería genética pueden contribuir a tal fin.

Casi toda la atención del cambio climático se ha centrado en el efecto directo sobre las plantas, pero, sin duda, los efectos indirectos (incremento de las plagas y enfermedades de las plantas) juegan un papel muy importante. No sólo se trata de los efectos sobre la planta y su rendimiento, sino que en la lucha del hombre contra las plagas se involucran grandes cantidades de pesticidas que ponen en riesgo la salud de los agricultores y de los consumidores por su elevada toxicidad y porque contaminan el ambiente.

A fin de contrarrestar esta tendencia, es preciso que al tratar el tema del control de plagas se ponga mayor énfasis en los factores que causan mortalidad natural y que normalmente son componentes del manejo integrado de cultivos, en oposición al control químico unilateral.

### ● Daños generados y sus costos<sup>33</sup>

Los daños causados por el fenómeno El Niño se concentraron en el subsector agrícola. En la ganadería hubo muy pocos perjuicios y la excepción fue la rama avícola. Los daños totales estimados para el sector agrícola son de aproximadamente US\$ 613 200 000 (véase los montos desagregados en el cuadro V.4.5).

<sup>33</sup> CAF 2000.

CUADRO V.4.5

## Costos en el sector agricultura

Tipo de daño o efecto	Daños totales (Millones US\$)	Daños directos (Millones US\$)	Daños indirectos (Millones US\$)
Total	613,30	163,11	450,20
Sector agrícola	613,20	163,01	450,20
Producción agrícola	235,53	-	235,53
Sistemas de riego y drenaje	337,60	115,50	214,67
Tierras perdidas	37,65	37,65	-
Sector ganadero	0,11	0,11	-

Fuente: CAF 2000.

## V.5 Los impactos del fenómeno El Niño sobre la infraestructura

### ● Ciudades afectadas durante El Niño 1997-1998

Cinco capitales departamentales en la costa (Tumbes, Piura, Chiclayo, Trujillo e Ica) sufrieron inundaciones con graves daños en viviendas y demás infraestructura urbana. Tumbes, con una población de 100 000 habitantes, sufrió el desborde del río Tumbes y la reactivación de las quebradas secas. Piura, con más de 300 000 habitantes, soportó lluvias muy intensas; la crecida del río Piura produjo la destrucción de dos de los tres principales puentes de la ciudad. La ciudad de Sullana, cercana a Piura, con casi 200 000 habitantes, se inundó completamente porque las aguas sobrepasaron la capacidad de evacuación del canal construido después de El Niño de 1983. Trujillo, ciudad con cerca de 600 000 habitantes, fue severamente afectada al ceder las defensas del río y a causa de la reactivación de la quebrada de San Ildefonso. Chiclayo, ciudad de 500 000 habitantes, fue cubierta por las aguas durante una intensa precipitación ocurrida el 14 de febrero de 1998. Hacia el sur de Lima, la ciudad de Ica, con cerca de 200 000 habitantes, fue la más afectada por los desbordamientos del río. Además, numerosas ciudades de menor tamaño como Aguas Verdes, Zarumilla, Paita, Talara y Zorritos, así como innumerables poblados menores, fueron igualmente afectados por este fenómeno climático.

El resumen, la secuela de El Niño 1997-1998 en el sector vivienda fue de 74 133 casas totalmente destruidas y 35 607 deterioradas en diversos grados. Entre las causas que explican tal impacto se encuentran la construcción de viviendas en lugares inapropiados (lechos mayores de ríos y lechos de quebradas secas o en sus riberas) y el empleo de materiales de construcción que no resisten la humedad (p.e. adobes de tierra no estabilizados). En el ámbito rural y las zonas urbanas periféricas, muchas viviendas han sido edificadas con esteras, cartones o madera delgada (triplay), con escasas defensas contra inundaciones y lluvias intensas. En el caso de las viviendas urbanas hechas con material noble (ladrillos y cemento), los techos planos habían sido construidos al mismo nivel de las paredes verticales, lo que ocasionó filtraciones. Asimismo, el agua acumulada fluyó por gravedad y deterioró las viviendas. Ocurre también que las casas y edificios urbanos suelen construirse al nivel de las calles o a muy escasos centímetros de altura sobre aquellas e inclusive algunos tienen sótanos, lo que favorece su inundación con agua, arenas, limos y arcillas. La experiencia vivida hace necesaria una acción de los municipios y de las autoridades del sector vivienda para establecer normas más precisas en lo que respecta a la ubicación y la construcción de viviendas y edificios en las ciudades.

### ● Impactos en la infraestructura agrícola

Las áreas agrícolas perdidas y afectadas de los principales cultivos a nivel nacional ascendieron a 204 000 ha durante la campaña agrícola 1997-1998 (agosto-marzo). En 1997, con el propósito de prevenir los efectos del aumento de los caudales de los ríos, el MINAG adquirió maquinaria pesada para efectuar los trabajos de mantenimiento en los ríos, quebradas, canales y drenes en todo el país. Con estas acciones se evitó la producción de mayores desastres.

Las obras realizadas por el gobierno a través del MINAG fueron las siguientes: rehabilitación de la infraestructura hidráulica; defensa ribereña; construcción, reconstrucción o rehabilitación de canales de irrigación; mejoramiento del

riego; construcción de reservorios, bocatomas o badenes; limpieza y encauzamiento de lechos fluviales, entre otras. Estas obras beneficiaron a 850 807 familias y 755 412 ha y generaron 800 497 jornales de trabajo, además de evitar el deterioro del agro a nivel nacional. Dichas acciones estuvieron a cargo de la Comisión Nacional de Emergencia de El Niño.

Durante las etapas de emergencia y rehabilitación de los efectos del fenómeno El Niño se han ejecutado 1272 proyectos en diecisiete departamentos del país (Ancash, Arequipa, Ica, La Libertad, Lambayeque, Lima, Cusco, Puno, Ayacucho, Cajamarca, Huánuco, San Martín, Junín, Moquegua, Piura, Tacna, Tumbes). Para tal efecto se contó con 92 bulldozer, 94 excavadoras, 28 cargadores frontales, 266 volquetes. Las obras ejecutadas fueron las siguientes:

Descolmatación de canales	:	1864 km
Descolmatación de drenes	:	924,57 km
Encauzamiento y descolmatación de ríos	:	397,140 km
Dique con enrocado de ríos	:	34,35 km
Gaviones	:	15,73 km

La inversión efectuada en esta etapa ascendió a la suma de US\$ 168 000 000.

### ● Impactos en la infraestructura del transporte

El sector transporte fue gravemente afectado por las crecientes, inundaciones, erosiones de riberas en quebradas secas, derrumbes, *llocllas* y lluvias intensas de El Niño 1997-1998, y el tramo norte de la carretera Panamericana estuvo entre los más destruidos. La infraestructura del transporte en la costa del Perú no está diseñada para soportar lluvias intensas. Los problemas más comunes son las prácticas de construcción erradas y el insuficiente número de alcantarillas para evacuar las aguas y el material sedimentario (formación de represamientos que inundan extensas áreas urbanas y rurales).

Es necesario que los proyectos de reconstrucción de las rutas devastadas por El Niño así como la construcción de nuevas rutas, tengan en cuenta la dinámica morfológica y fluvial de los cauces secos. Asimismo, que prevean la construcción de puentes con suficiente amplitud y altura para evacuar abundantes volúmenes de agua durante fenómenos El Niño extraordinarios. El cuadro V.5.1 muestra los impactos de El Niño 1997-1998 sobre el transporte carretero y ferroviario.

CUADRO V.5.1

Impactos del fenómeno El Niño 1997-1998 sobre la infraestructura de transporte terrestre

Tipo de infraestructura	Cantidad
Carreteras destruidas	884 km
Carreteras deterioradas	6393 km
Puentes destruidos	60
Puentes afectados	28
Líneas férreas destruidas	57 km
Puentes metálicos destruidos	4 km
Empresas de transporte gravemente afectadas:	290 (de un total de 1450)

Fuente: SINDECI 1998.

### ● Costos asociados a los daños

Se estima que el costo total de rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura caminera del país (incluyendo la red principal, la secundaria y los caminos vecinales, con sus respectivos puentes) alcanza los US\$ 686 000 000.

## CUADRO V.5.2

## Costos en el sector transporte

Tipo de daño o efecto	Daños totales (Millones US\$)	Daños directos (Millones US\$)	Daños indirectos (Millones US\$)
Total nacional	717,67	604,04	113,59
Sector carretero	685,86	572,27	113,59
Rehabilitación	104,64	104,64	-
• Carreteras asfaltadas (1944 km)	57,18	57,18	-
• Puentes (12)	26,97	26,97	-
• Caminos secundarios (931 km)	15,31	15,31	-
• Caminos vecinales (14 483 km)	5,17	5,17	-
Reconstrucción	581,22	467,63	21,59
• Carreteras asfaltadas (2073 km)	326,30	271,66	-
• Puentes (35)	60,31	146,11	-
• Caminos varios (18 891 km)	195,33	49,86	-
Transporte ferroviario	31,77	31,77	89,85

Fuente: CAF 2000.

## ● Impactos en la infraestructura del sector salud

En las zonas afectadas por el fenómeno, la salud de las poblaciones se vio seriamente comprometida por la destrucción de servicios sanitarios de agua y desagüe, la destrucción de viviendas, las inundaciones y formación de charcos y lagunas, con la consiguiente proliferación de microorganismos patógenos e insectos vectores de diversas enfermedades. El número de establecimientos de salud afectados por el fenómeno El Niño (1997-1998) asciende a 557, entre puestos de salud, centros de salud y hospitales. Los costos de reconstrucción de estos establecimientos fueron de aproximadamente US\$ 50 000 000.

# N NECESIDADES Y LIMITACIONES FINANCIERAS Y TECNOLÓGICAS

Para la elaboración de futuras comunicaciones nacionales dentro de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, han sido identificados varios temas importantes que requieren de mejoras tecnológicas y de información:

- Observación sistémica del clima.
- Factores de emisión de gases de efecto invernadero.
- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y limitaciones financieras.
- Vulnerabilidad y opciones de adaptación frente al cambio climático.

## VI.1 Observación sistémica del clima

Es necesario contar con un moderno sistema de observación en el mar y en el continente que utilice estaciones automáticas con transmisión satelital para generar información básica de las condiciones oceánicas y atmosféricas, similares a las utilizadas en los programas internacionales TOGA (Océano Tropical y Atmósfera Global) y CLIVAR (Variabilidad y Predictibilidad Climática).

En el año 2000 el Perú inició un proyecto para mejorar la capacidad de observación, con una inversión de aproximadamente US\$ 7 000 000 para la adquisición de 6 boyas marinas, 38 estaciones meteorológicas automáticas, 17 estaciones hidrológicas automáticas, 10 estaciones oceano-meteorológicas costeras, 3 estaciones de radioviento y 2 perfiladores de viento en altura. Pero para poder cubrir todo el territorio nacional es necesario adquirir además 14 boyas marinas, 27 estaciones meteorológicas automáticas, 18 estaciones hidrológicas automáticas, 7 estaciones de radioviento, 3 perfiladores de viento en altura y 1 radar meteorológico para la medición de lluvias.

Mejorar la capacidad de pronóstico del tiempo y el clima demanda el uso de supercomputadoras y estaciones de trabajo con multiprocesadores para correr los modelos numéricos acoplados del océano y la atmósfera. En el proyecto nacional del 2000 se adquirió estaciones y superestaciones de trabajo con multiprocesadores —con una inversión de US\$ 500 000— para correr modelos oceánicos como el POM y MOM y modelos atmosféricos como el MM5, ETA y COLA. Es preciso adquirir una supercomputadora y cuatro superestaciones de trabajo con multiprocesadores para el procesamiento y análisis de los datos recolectados y para correr los modelos acoplados del océano-atmósfera para el estudio y pronóstico del clima.

En el marco de las actividades del Comité Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), con apoyo del Banco Mundial, en el año 2000 se inició también un programa de formación de recursos humanos, con una inversión de US\$ 500 000, para iniciar actividades de investigación y operación de los modelos oceánicos y atmosféricos, pero este esfuerzo es aún insuficiente<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> Las cuatro organizaciones siguientes han sido beneficiadas con ocho especialistas: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Instituto Geofísico del Perú (IGP) e Hidrografía y Navegación de la Marina (HIDRONAV).

Es necesario continuar con la capacitación de por lo menos cincuenta jóvenes profesionales en las siguientes áreas:

- Modelamiento oceánico, atmosférico e hidrológico.
- Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Instrumentación (personal técnico de alto nivel).

El comité está diseñando un proyecto para la elaboración de un currículo a nivel de posgrado para el pronóstico con modelos numéricos de El Niño, con el propósito de que sea desarrollado en una universidad nacional.

Asimismo, para continuar la investigación de los glaciares a nivel nacional, se requiere capacitar por lo menos a seis jóvenes profesionales en glaciología a partir del núcleo profesional existente en Huarás-Ancash.

Por otro lado, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) ha desarrollado capacidades de modelamiento del tiempo, el clima y de los caudales de ríos utilizando el modelo CCM3, el cual permite modelar el clima global bajo diversos escenarios, incluyendo diferentes inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, el modelo RAMS, próximamente a ser aplicado en Lima, tiene la capacidad de modelar el movimiento de los aerosoles y gases de efecto invernadero.

## VI.2 Factores de emisión de gases de efecto invernadero

Los factores de emisión de la metodología del IPCC aplicados en los inventarios nacionales de GEI requieren importantes ajustes.

Es necesario contar con factores de emisión adecuados, principalmente en los sectores de cambio de uso de la tierra, silvicultura y agricultura. Para ello se necesitan estaciones micrometeorológicas, laboratorios, computadoras portátiles, sistemas de posicionamiento global y profesionales capacitados.

La mejora de los factores de emisión en los sectores energético e industrial dependerá de la capacidad de muestreo de las condiciones locales, de los equipos de laboratorio y la capacidad profesional para la interpretación de los resultados.

En el sector energético, factores tales como el uso de la biomasa para consumo doméstico y los escapes a la atmósfera durante la producción de petróleo representan los mayores retos debido a la dificultad en la medición de sus emisiones.

La multiplicidad de condiciones, materias primas y tecnologías existentes en el sector industrial hace necesaria la aplicación de una metodología de medición de factores de emisión de GEI adecuada a cada industria. Asimismo, se han identificado sectores clave, los cuales requieren de mejoras en la información y en la ingeniería de procesos (cerveza, papel, cemento, curtiembres y fundiciones).

Los valores utilizados por defecto para el parque automotor deben ser revisados a la luz de las actuales condiciones nacionales (composición y edad del parque automotor).

## VI.3 Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y limitaciones financieras

En 1998 finalizó el estudio *Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú: Energía, transporte y bosques*, que identificó y seleccionó opciones de mitigación para reducir las emisiones nacionales de GEI. La lista de opciones identificadas incluye opciones tanto de carácter tecnológico como normativo.

El cuadro VI.3.1 muestra un amplio conjunto de opciones aplicables al Perú, sobre el que se seleccionaron diecisiete perfiles de proyectos que se describen más adelante.

## CUADRO VI.3.1

## Lista de opciones identificadas

Energía	Transporte	Bosques
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión directa de biomasa</li> <li>• Gasificación de biomasa</li> <li>• Fotovoltaica y eólica</li> <li>• Sector residencial urbano</li> <li>• Geotermia</li> <li>• Turbinas a gas de alta eficiencia</li> <li>• Resanar red pública</li> <li>• Reducción venteo pozos de extracción</li> <li>• Eficiencia industrial</li> <li>• Gas natural por carbón</li> <li>• Cogeneración</li> <li>• Minihidroeléctricas</li> <li>• Hidroelectricidad</li> <li>• Mejora en eficiencia y conversión a gas natural de calderas en la industria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GLP en taxis</li> <li>• Combustibles de emisión cero</li> <li>• Vehículos eléctricos</li> <li>• Eficiencia energética en nuevos vehículos</li> <li>• Carriles segregados para buses</li> <li>• Ciclovías</li> </ul> <p>Opciones normativas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estímulo tributario a combustibles eficientes</li> <li>• Revisiones técnicas</li> <li>• Limitación de la antigüedad de vehículos</li> <li>• Concesiones viales</li> <li>• Restricciones a circulación vehicular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo productivo de bosques tropicales</li> <li>• Forestación de protección y producción</li> <li>• Agroforestería</li> <li>• Aprovechamiento forestal de impacto limitado</li> <li>• Extracción de productos no maderables</li> <li>• Estufas y cocinas mejoradas</li> <li>• Forestería urbana</li> </ul> <p>Opciones normativas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de quemas</li> </ul>

El análisis de las opciones de mitigación fue realizado en 1998 y es un estudio preliminar que incluye el cálculo de la reducción de emisiones, así como las barreras que impiden que estas opciones se realicen por sí solas. Los plazos de inicio de los proyectos son ficticios. Estos proyectos no están dentro de los planes de inversión de los sectores público y privado, y no podrán ser desarrollados debido a una serie de barreras financieras, institucionales y económicas. El único que sí se ejecutará durante el 2001 es el proyecto de revisiones técnicas de vehículos.

La metodología de cálculo de emisiones es la del IPCC. Para los proyectos energéticos los costos incrementales se han calculado usando la metodología del UNEP Collaborating Centre for Energy and Environment del Laboratorio Risoe de Dinamarca. En el caso de los proyectos del sector forestal se realizó el cálculo del valor actual neto. La tasa de descuento considerada es del 12% para las primeras opciones estudiadas y del 14% para las opciones posteriores<sup>35</sup>. Estas tasas de descuento reflejan la escasez relativa de capital en una economía en desarrollo como la peruana. Considerar una tasa de descuento menor subestimaría este costo.

## ● Sector energético

### Promoción de la hidroelectricidad

La potencia hidráulica en el Perú representa aproximadamente el 47% (MEM 1999) del total nacional (5742 MW). Sin embargo, debido al desarrollo del yacimiento de gas natural más grande de América del Sur, ubicado en Camisea-Cusco, se espera que la importancia de la hidroelectricidad disminuya. Se calcula que el inicio del retorno de la hidroelectricidad puede darse hacia el año 2014. En tal sentido, nuestro escenario de mitigación considera tres centrales hidroeléctricas: Platanal (140 MW), Olmos (300 MW) y Chaglla (450 MW). Las dos primeras sustituyen plantas que operan con diesel y la última una planta que funciona con gas natural. El tiempo de vida de este proyecto sería del 2014 al 2020.

El costo promedio de generación de hidroelectricidad en el mundo es de 7,8 centavos de dólar por kW/h. Esto contrasta con la alta inversión inicial en infraestructura en el Perú (entre US\$ 1500 y US\$ 2000 por cada kW de potencia instalada). En nuestro caso, el costo de construcción de centrales hidroeléctricas ha llegado incluso hasta los US\$ 5000 por kW instalado, debido al alargamiento de los plazos de financiamiento de las centrales. Como no se disponía del financiamiento total, las centrales eran construidas en períodos extensos, con el consiguiente incremento de los costos financieros.

<sup>35</sup> Los estudios recientes son: conversión a gas natural industrial, taxis a GLP y buses a GNC.

Además de que el costo de mitigación de la sustitución de diesel por una hidroeléctrica es negativo, la falta de esquemas de financiamiento de mediano a largo plazo impide la realización de inversiones en centrales hidroeléctricas.

Es necesario mencionar que el tiempo de vida promedio de una central hidroeléctrica es de 50 años, mientras que el de una central térmica a carbón o petróleo es de unos 30 años. El de una central térmica de ciclo combinado es de 25 años y el de una central térmica que opera con diesel de sólo 20 años. Estas cifras corresponden a regímenes muy exigentes de funcionamiento.

Se estima una reducción de CO<sub>2</sub> equivalente de 3,42 tm/kW por año si se sustituye la generación diesel por hidroelectricidad. La generación inicial con la central hidroeléctrica Platanal es de 140 000 kW, la misma que aumenta a 300 000 kW con la central hidroeléctrica de Olmos. La reducción acumulada asciende a 8 489 000 tm de CO<sub>2</sub> equivalente. En el caso de la sustitución por gas natural, el costo de mitigación es positivo. Las reducciones anuales resultan en 2,59 tm/kW de CO<sub>2</sub> equivalente con la generación de 450 000 kW correspondientes a la central de Chaglla, con lo que la reducción acumulada es de 2 331 000 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

Los beneficios adicionales que este reemplazo representa son la menor contaminación atmosférica local y la reducción de importaciones de combustible diesel, entre otros.

#### Sustitución de combustible (gas natural sustituye a carbón)

La planta carboeléctrica de Ilo, de 270 MW, con 135 MW en operación, puede ser sustituida por gas natural. Esto no sólo reducirá la contaminación atmosférica local, sino que eliminará, a su vez, las cenizas, el material particulado y los precursores de ácidos corrosivos. La sustitución de la planta carboeléctrica Ilo podría producirse en el año 2009, una vez que el gasoducto Camisea-Pisco se haya prolongado con un ramal de 1000 km desde Pisco hasta Ilo.

La vida del proyecto es de 30 años y empezaría en el año 2009. Las reducciones anuales de CO<sub>2</sub> equivalente son de 1,4 tm/kW, considerándose 250 000 kW de potencia generada, lo cual coloca a esta opción en una situación muy próxima a una sustitución no onerosa. La reducción acumulada de CO<sub>2</sub> equivalente al año 2020 es de 7 800 000 tm.

#### Sustitución de combustible (gas natural sustituye diesel)

Esta opción de mitigación consiste en la sustitución del diesel usado en las centrales de Ventanilla por gas natural con tecnología de ciclo abierto por un total de 530 MW, a partir del año 2007 hasta el 2002 con un tiempo de vida de 25 años. La reducción se estima en 0,7 tm/kW de CO<sub>2</sub> equivalente al año. La reducción acumulada se calcula en 6 000 000 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

Adicionalmente a la reducción de las emisiones de GEI, disminuirá la importación de diesel.

#### Conversión a gas natural de plantas industriales y uso del gas de Camisea

La propuesta de esta opción de mitigación es añadir al actual Proyecto Camisea (Camisea-Ayacucho-Lima) dos ramales que no han sido considerados. Su objetivo es propiciar el uso de gas natural en empresas con alto volumen de consumo de combustible. En el ramal norte se considera la planta de Cemento Andino y la fundición de Doe Run. En el ramal sur, la productora de hierro Shougang Hierro Perú y su planta generadora Shougesa.

La producción de Cemento Andino representa el 18,5% de la producción nacional de cemento. Su capacidad instalada es de 1 000 000 de tm/año con un factor de uso de 80%. Los combustibles susceptibles de ser sustituidos en dicha empresa son el carbón bituminoso (300 tm/día) y el petróleo residual 6 (60 tm/día). El primero representa el 80% del uso de combustibles en la planta y el segundo el 20% restante. La fundición metalúrgica de Doe Run Perú en La Oroya tiene tres circuitos metalúrgicos: cobre, plomo y zinc. Los combustibles sustituibles por gas natural son el diesel 2 y el petróleo residual 6.

Actualmente, el consumo anual de gas natural de las dos empresas es de 18,2 MMPCD. Por otro lado, los ahorros anuales en combustibles llegarían a los US\$ 17 431 700. La reducción anual de CO<sub>2</sub> sería de 189 411 tm/año en el período 2004-2012 y la reducción acumulada ascendería a 1 704 702 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

La planta de Shougang Hierro Perú en San Juan de Marcona explota una mina de hierro y tiene una planta de concentrado de pellets. El combustible susceptible de ser sustituido por gas natural es el petróleo residual 500 (46 000 tm/año). La planta generadora Shougesa tiene una potencia de 67,2 MW con tres turbinas a vapor. Los combustibles que pueden sustituirse por gas natural son el petróleo residual 500 y diesel 2 (usado sólo para el arranque de las turbinas).

La construcción del gasoducto del ramal sur generaría ahorros anuales en combustibles próximos a los US\$ 8 500 000. Las reducciones anuales de CO<sub>2</sub> serían de 68 777 tm/año en el período 2004-2012 y la reducción acumulada sería de 672 239 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

La conversión de estas industrias incrementaría en 14,7% el consumo del gas de Camisea.

#### Mejora de eficiencia y conversión a gas natural de calderas industriales

En 1999 el CONAM y el MITINCI, con apoyo del PNUD, elaboraron un estudio de prefactibilidad que demostró que las calderas industriales son efectivamente una fuente importante de emisión de GEI y que éstas podrían ser objeto de un proyecto a través del futuro MDL, una vez que entre en vigor el Protocolo de Kioto.

En el estudio inicial del año 1998 se estimó que el Perú cuenta con un parque de aproximadamente 14 000 calderas industriales<sup>36</sup>. Las actividades que usan calderas para la producción de calor son: alimentos, textiles, fabricación de papel, vidrio, plástico, entre otros, además de los sectores pesca y hotelero.

La potencia de las calderas es variada: las hay desde 30 BHP a 4000 BHP<sup>37</sup> (1 BHP equivale a 9,81 MW). Los tamaños más frecuentes son 60, 200 y 500 BHP. La primera consume diesel 2, mientras que las restantes consumen petróleo residual.

El programa de mitigación plantea nueve escenarios posibles. Para cada tamaño de calderas se propone la renovación (cambio total del equipo, reemplazándolo por uno que usa el mismo combustible), la optimización (mejora de eficiencia) y la conversión a gas natural. Se ha utilizado la metodología propuesta por el Laboratorio Risoe de Dinamarca (UNEP-Risoe 1997), aplicando el modelo GACMO (Greenhouse Gases Costing Model).

El estudio define como mercado objetivo a diez años 7404 calderas, 50% del mercado final. La reducción acumulada llegaría a 2 064 673 tm de CO<sub>2</sub> equivalente. Sin embargo, en marzo del 2001 el MITINCI venía realizando un estudio de factibilidad del proyecto a fin de precisar estos datos.

El estudio de prefactibilidad demostró que algunas de estas opciones eran rentables, pero no eran asumidas por el sector privado debido a la carencia en el país de líneas de crédito de mediano y largo plazo para financiar mejoras de este tipo. Ello hace necesaria la conformación de un fondo de financiamiento basado en el MDL para que las empresas se decidan a realizar acciones de mitigación, cuyos beneficios adicionales son la reducción de la contaminación local que afecta la salud de la población así como una significativa mejora en la eficiencia energética en la industria local.

El estudio preliminar ha considerado que las mejores opciones son la conversión para calderas de 60 BHP y la optimización y conversión para calderas de 200 y 500 BHP. El proyecto abarcaría 3850 calderas a diez años e implicaría una reducción acumulada de 1 327 081 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

El estudio de factibilidad se encuentra en pleno proceso de formulación, para lo cual se cuenta con el apoyo de la Corporación Andina de Fomento (CAF) y de la Agencia de Cooperación Alemana GTZ.

Para obtener datos más cercanos a la realidad de las calderas en operación, entre julio y agosto de 2000 el MITINCI realizó una encuesta nacional de calderas industriales. Trescientas sesenta empresas de todo el país respondieron esta encuesta, que registró 1135 calderas con una capacidad instalada total de más de 567 000 BHP.

<sup>36</sup> Se ha seguido la metodología de "abajo hacia arriba". Los datos relativos al número de empresas con calderas se tomaron de las Estadísticas del Sector Manufacturero del MITINCI de 1994.

<sup>37</sup> Boilers Horse Power.

El perfil típico de la caldera actualmente en operación en el Perú es:

Potencia de la caldera	500 BHP
Localización	Fuera de las provincias de Lima y Callao
Tiempo de funcionamiento	90 horas por semana
Combustible	Residual 500
Eficiencia de combustión	Alrededor de 85%
Eficiencia energética	Alrededor de 77%
Antigüedad de la caldera	21 años
Estado general	Operativa, pero requiere mantenimiento constante debido a su antigüedad
Principales actividades usuarias de calderas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de harina y aceite de pescado</li> <li>• Elaboración de azúcar</li> <li>• Industria textil</li> <li>• Elaboración de aceites y grasas</li> <li>• Preparación de cerveza</li> </ul>

El MITINCI estima que el estudio de factibilidad estará culminado en junio del 2001.

#### Programa de promoción de colectores solares

En 1998 existían 20 000 termas solares en Arequipa (al sur del Perú), las que consumían el equivalente a una planta de 12 MW de potencia. Una terma solar cuesta cuatro veces más que una terma eléctrica de similares características, pero tiene una vida promedio de 20 años, no consume combustible alguno y es fácil de mantener.

Esta opción de mitigación consiste en establecer un programa nacional que involucre a las empresas fabricantes y comercializadoras de colectores solares y a los organismos financieros interesados para el mantenimiento y desarrollo del mercado de tales sistemas. El programa considera un incremento neto de 400 termas mensuales en el mercado nacional. Las zonas de aplicación son dos: 1) costa sur: ciudades de Arequipa, Moquegua y Tacna, y 2) sierra centro-sur: ciudades de Huancayo, Ayacucho y Abancay.

La capacidad de planta requerida para esta terma es de 0,27 KW. La cantidad de combustible usado al año por esta capacidad de planta es de 12,5 GJ. La reducción de GEI se estima en 0,93 tm de CO<sub>2</sub> equivalente por terma. Esta opción considera la instalación de más de 100 000 termas; cada año se instalarían 4800 termas con una capacidad de reducción de emisiones de 4000 - 5000 tm de CO<sub>2</sub> equivalente. Se calcula que la reducción acumulada desde el año 2000 hasta el 2020 sería de 1 031 000 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

## FOTOS VI.3.1

Además, permite reducir la contaminación atmosférica local y disminuir la importación de diesel, ya que se asume que las termas eléctricas reemplazadas se alimentan de energía eléctrica generada por dicho combustible.

#### Promoción de bosques eólicos

A pesar de que el potencial de uso de esta tecnología en el Perú no es muy grande, existen lugares como la planicie de Sechura, la silla de Paita, la explanada de Malabrigo o la bahía de la Independencia, en los que el régimen de vientos lleva a pensar en los "bosques eólicos" como una solución para proveer de energía a la red pública de electricidad. Así, se ha propuesto un programa de promoción de bosques eólicos para generación eléctrica entre los años 2006 y 2020 con el propósito de sustituir 70 MW termoeléctricos a diesel y residual ya existentes.

El tiempo de duración del proyecto es de 40 años; el doble del proyecto a diesel. Las reducciones ascienden a 1,26 tm/KW de CO<sub>2</sub> equivalente. La reducción acumulada se estima en 903 712 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

El beneficio adicional de esta opción es la reducción de la contaminación atmosférica local y de la importación de diesel. Por otro lado, es una manera conveniente de diversificar las fuentes energéticas.

## ● Sector transporte

Debido a la falta de información sobre el sector transporte, los cálculos se basan en estimados, y algunos de ellos en informaciones de países vecinos. La necesidad de construir bases de datos y realizar estudios más precisos es imperiosa.

#### Revisiones técnicas

En vista de que las revisiones técnicas pueden conseguir mejoras en la eficiencia energética de los vehículos, fueron evaluadas como una opción de mitigación, aunque se trata de una medida de mayor alcance en relación a otras emisiones dañinas (no GEI) y a la seguridad de los usuarios.

El programa de revisiones técnicas se basará en el sistema de concesiones, donde los costos de la instalación y operación de los centros son pagados por los mismos dueños de los vehículos cada vez que se realiza la inspección. Los costos públicos son los relacionados con la administración del programa de fiscalización.

La información procedente de las revisiones técnicas facilitará la identificación de factores de emisión y de consumo energético para el Perú.

Para el cálculo de las estimaciones presentadas en este estudio, se desarrolló un escenario con la ejecución de un programa de revisiones técnicas, empezando con la ciudad de Lima en 1999. A partir de ese año todos los vehículos entrarían a revisiones, dando lugar a una gran cantidad de reparaciones para poder aprobarlas.

El primer año del programa de revisiones técnicas en Lima reduciría alrededor de 500 000 tm de CO<sub>2</sub>, casi 4% de las emisiones nacionales debidas al subsector de transporte carretero<sup>38</sup>. En el año dos, suponemos que el programa ya se aplicaría a nivel nacional, de modo tal que las reducciones llegarían al 6% de las emisiones del sector, es decir una



## FOTOS VI.3.2

Vehículo con motor diesel: Medición con opacímetro. SENATI.

reducción de 835 000 tm de CO<sub>2</sub>. El porcentaje de las emisiones se mantendría constante, representado una reducción sustantiva.

La aplicación de las revisiones técnicas desde el año 1999 hasta el año 2020 implicaría una reducción de aproximadamente 23 754 000 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

El programa de revisiones técnicas también es atractivo por sus impactos positivos en la reducción de la contaminación local, la mejora en la seguridad de los vehículos y también en el desarrollo de información sobre la calidad de la flota actual, factores de emisión y rendimiento específico para el caso peruano.

#### Construcción de ciclovías

Resulta difícil estimar con exactitud los costos públicos de un programa de este tipo porque requiere tanto de inversiones en infraestructura como de cambios políticos y culturales. Para que tenga el efecto esperado en el largo plazo demandaría también la intervención en el planeamiento urbanístico: la creación de polos de atracción en la ciudad que contribuyan a disminuir las distancias de viaje y la variación de la localización residencial.

Para calcular los efectos en las emisiones de CO<sub>2</sub>, se utiliza las emisiones estimadas para la iniciativa de las revisiones técnicas para Lima en 1999 (escenario base sin revisiones técnicas). Se toma las emisiones de CO<sub>2</sub> estimadas para autos, ómnibus y camionetas rurales para 1999 y se aplica a los viajes totales estimados para cada modo (auto, transporte público, bicicleta, caminata, taxi y otros), dividiendo las emisiones de automóviles entre los viajes en auto y taxi, y las emisiones de camionetas rurales y ómnibus entre los viajes en transporte público. Así se llega a un estimado de CO<sub>2</sub> de viaje por cada medio de transporte motorizado de pasajeros. Esta tasa de emisión por viajes se aplica a todos los viajes realizados por medio motorizado de pasajeros para cada año, suponiendo que 300 días al año se realizan viajes. También se supone una mejora en la eficiencia (CO<sub>2</sub>/viaje) de 2% por año. Utilizando estas suposiciones se desarrolla las emisiones anuales con y sin programa de ciclovías.

La ejecución del programa conduciría en el año 2020 a una reducción de casi 4 184 483 tm de CO<sub>2</sub>, lo que representa una reducción del 15% sobre el escenario base del sector transporte. La reducción acumulada desde 1999 hasta el 2020 ascendería a 23 895 000 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

Aparte de ser un medio netamente no contaminante, el transporte no motorizado es beneficioso porque es relativamente barato en términos de provisión de infraestructura (en comparación con los modos motorizados), tiene bajos costos desde el punto de vista de los accidentes (no hay conflictos con los modos motorizados) y también bajo costo financiero y alta flexibilidad para el usuario. El programa traería otros beneficios como la disminución de la contaminación local, la reducción del gasto público en infraestructura para vehículos motorizados, la reducción de la contaminación acústica y la mejora en la salud de la población.

#### Retiro de vehículos antiguos del transporte público

El transporte público en Lima se caracteriza por la sobreoferta de servicios y la antigüedad de los vehículos. Esta propuesta prevé el retiro definitivo de las camionetas rurales y buses con 20 o más años de antigüedad a través de la compensación a sus propietarios con un certificado transable o bono que podrán vender o entregar como parte de pago por un vehículo nuevo.

En este proyecto se supone que los vehículos tienen factores de emisión de contaminantes como los presentados en el anexo A.54, y que la composición de la flota para el escenario base será la siguiente: el 78% de la flota de ómnibus y camionetas rurales son vehículos a diesel y el 22% son vehículos a gasolina.

Con la ejecución del programa desde 1999 hasta el 2005, a un ritmo de reemplazo de 4200 vehículos por año, se lograría una reducción de 21,08 tm/vehículo de CO<sub>2</sub> equivalente. La reducción acumulada desde el inicio de este proyecto hasta el año 2010 se calcula en 3 719 000 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

<sup>38</sup> Se usan las proyecciones de la flota vehicular del escenario base y una composición (diesel, gasolina) de la flota vehicular parecida a la del escenario base (pero con un ajuste para autos y pickups basado en un muestreo de la flota de Lima).

Entre los beneficios adicionales estarían la reducción del número de vehículos que operan en las calles y, como consecuencia de ello, la disminución de la congestión y contaminación. Además, se espera beneficios netos para los propietarios y operadores de los vehículos nuevos, así como la reducción de la flota de transporte público.

#### Conversión de taxis gasolineros a GLP

El potencial de penetración del GLP en el transporte de Lima está determinado por la magnitud del parque automotor que funciona actualmente con gasolina y que puede disminuir sus costos de operación mediante su conversión a GLP. En razón de la distancia que recorren, los taxis son los indicados para este tipo de conversión. La vida de este proyecto es de doce años.

Los vehículos susceptibles de conversión son aquellos que tienen menos de 20 años. El costo de inversión para realizar la conversión es de US\$ 800. La reducción de GEI por cada taxi convertido es de 2,31 tm de CO<sub>2</sub> equivalente. Esta opción considera la conversión de 24 000 taxis, por lo que se estima que la reducción acumulada sería de 388 505 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

La conversión privada de los taxis a GLP depende de varios factores: (i) el costo del GLP es menor que la gasolina, (ii) el GLP está disponible, (iii) los servicios de mantenimiento son confiables, y (iv) la inversión se recupera en menos de un año. Sólo algunos de estos factores se cumplen parcialmente en la actualidad, lo que hace que la conversión a GLP en el Perú sea todavía marginal.

#### Uso de gas natural comprimido en el transporte público (buses)

Actualmente la propiedad de los ómnibus de servicio público se encuentra atomizada, lo que dificulta su conversión a GNC. Por ello se sugiere unir esta opción de mitigación a un proyecto mayor. La autoridad autónoma del tren eléctrico planea incorporar 122 buses a diesel para servir al tren eléctrico, proyecto que se establecería en el año 2003. Estos vehículos recorrerán cuatro rutas diferentes.

Si se considera el total de la flota para las cuatro rutas seleccionadas, la reducción anual de emisiones en el año 2003 sería de 362 tm de CO<sub>2</sub> y para el 2004 de 519 tm de CO<sub>2</sub>, y la reducción acumulada llegaría a 8286 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

Esta opción de mitigación plantea que dichos vehículos funcionen a GNC. Los ahorros en combustible varían de acuerdo a la ruta y se encuentran en un rango que va desde los US\$ 7700 hasta los US\$ 11 300 anuales.

## ● Sector de cambio de uso de la tierra y silvicultura

Las opciones seleccionadas que aparecen en seguida se consideraron las más apropiadas para aplicar en el Perú en los próximos años. Éstas buscan ilustrar los tipos de opciones mediante ejemplos posibles de ser realizados, y de ningún modo pretenden limitar la diversidad de proyectos que podrían presentarse.

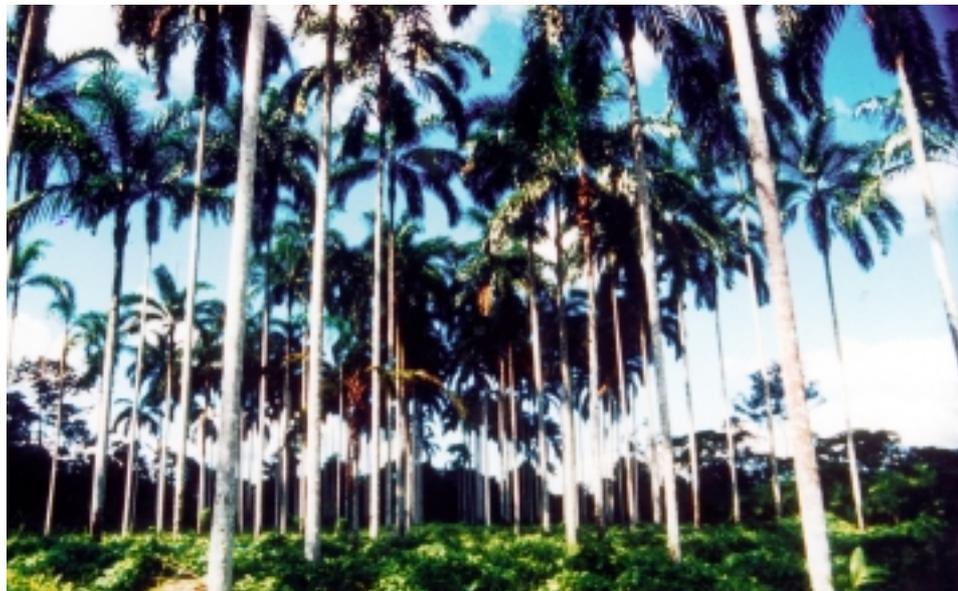
La selección se llevó a cabo en 1998, razón por la cual la información aquí contenida es susceptible de ser actualizada. Asimismo, las opciones no consideran las contribuciones del reporte especial del IPCC sobre uso de la tierra publicado en el año 2000.

#### Agroforestería productiva en selva alta y baja

- Café bajo sombra de árboles de madera valiosa

En el Perú la actividad cafetalera no se realiza con tecnología avanzada. Los agricultores productores de café obtienen rendimientos de 12 quintales por hectárea, cuando los niveles de producción modernos sobrepasan los 80 quintales por hectárea. Este perfil ha sido ideado para áreas previamente deforestadas por la agricultura migratoria en la selva alta (la región amazónica más fuertemente alterada por esta actividad).

El análisis se realizó para 100 ha. Los costos anuales contemplan los requerimientos de jornales, insumos, asesoría técnica y el precio de la tierra. Los ingresos consideran un precio promedio del quintal de café de US\$ 70 y un precio promedio del ulcumano u otra especie maderable valiosa de US\$ 135/m<sup>3</sup>.



Plantación Pijuayo en coberturas en Yurimaguas.

La captura de carbono que se obtiene de cultivar café bajo sombra de especies valiosas se debe a la disminución de la deforestación, la cual se logra al fijar la mano de obra rural en parcelas agrícolas de mayor productividad (207 jornales por día en comparación de los 126 jornales usados actualmente) y la menor erosión de los frágiles suelos de la Amazonia. Los cultivos bien manejados duran más de 20 años, mientras que los mal manejados duran menos de 5. La captura anual de CO<sub>2</sub> equivalente es de 440 tm y las emisiones netas anuales de CO<sub>2</sub> equivalente evitadas llegan a 3192 tm para las 100 ha analizadas. Así, en 20 años la reducción sería de 19 810 tm por 100 ha de café. El carbono capturado por esta opción de mitigación equivale a la deforestación evitada, y se descuenta a su vez el crecimiento de bosques secundarios asociados al proceso de deforestación. Para este proyecto se ha estimado una acumulación de 45 919 500 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

Forestación con fines de protección y producción en la sierra

- Establecimiento de un bosque de 84 000 ha de *Polylepis sp.* con fines de protección

Aun cuando la propuesta es establecer un bosque de 84 000 ha con la especie nativa *Polylepis sp.* (quinual), el análisis comprendió una plantación de 500 ha. Ésta se realizaría en la región altoandina entre los 3500 y 4500 msnm.

Debido a su gran adaptación al ecosistema andino, las especies nativas escogidas, a pesar de ser de crecimiento bastante lento, sólo precisan ser preservadas del ataque del ganado y de la tala para su segura permanencia en el medio.

Entre los costos se ha considerado la producción de los plántones y su establecimiento, el costo de oportunidad de la tierra y los gastos anuales de manejo por un período de 50 años. Los ingresos están constituidos por la venta de leña. Se espera que este bosque proporcione 2 tm de leña al año, la que será vendida a US\$ 0,05 por kilogramo. La captura de CO<sub>2</sub> en 25 años sería de 32 tm por hectárea y en 50 años llegaría a 48 tm por hectárea.

La forestación en lugares de difícil acceso y con especies nativas de escaso valor comercial muestra claramente que para aprovechar los amplios espacios del altiplano andino se requeriría de un apoyo económico y financiero adicional para llevar adelante el proyecto.

- Establecimiento de un bosque de 126 000 ha de *Pinus radiata*

La unidad de análisis fue una plantación de 1800 ha de pino de rotación corta (18 años) con fines de producción de madera para astillas (chips), materia prima para la producción de celulosa para papel. Como posible área de trabajo se eligió el departamento de Cajamarca, aunque podrían considerarse otras zonas de igual potencial.

Los costos incluyen la preparación del terreno, las operaciones silviculturales, los insumos, la asesoría y el monitoreo, así como el costo de oportunidad de la tierra. La forma de avance del desarrollo de la plantación está basada en sectores de 100 ha cada uno, en los que se aplica la tecnología disponible para acelerar al máximo el crecimiento de los árboles.

Una de las barreras más importantes que impide la realización de estos proyectos es la ausencia de créditos de largo plazo y la falta de títulos de propiedad debidamente inscritos.

Tal como se muestra en el anexo A.55, se procedió a convertir el crecimiento esperado de la plantación en metros cúbicos en toneladas de biomasa, las mismas que se convirtieron después en toneladas de biomasa seca y toneladas de carbono capturadas. A partir del año 18, con la primera cosecha el total de carbono capturado se estabiliza.

La captura de carbono en 18 años sería de 31 tm/1800 ha. Esta es una inversión forestal para producir la materia prima necesaria para la producción de papel.

- Cultivo de pijuayo (*Bactris gasipaes*) para la producción de palmito en asociación con yuca (*Manihot sculenta*)

Esta opción propone el desarrollo de plantaciones de 10 000 ha a un ritmo de 2000 ha/año, como base para un conjunto de plantas agroindustriales de escala media que podrían instalarse junto a la materia prima en las zonas de Pucallpa, Yurimaguas, Iquitos y Caballococha.

La unidad de análisis es de 100 ha. Los costos consideran la mano de obra, insumos, transporte, asesoría técnica y precio de la tierra. Los ingresos corresponden al cultivo del palmito como producto de exportación así como el valor de la yuca.

La reducción anual de CO<sub>2</sub> equivalente es de 331 tm y la captura anual llega a las 440 tm. Se calcula que en 20 años se reducirían 6626 tm de carbono para las 100 ha. La reducción acumulada sería de 2 736 818 tm de CO<sub>2</sub> equivalente.

#### Manejo de bosques tropicales con fines productivos en la región amazónica

El proyecto propuesto es el manejo de bosques con fines productivos en concesión forestal de 30 000 ha en la selva baja. La riqueza forestal de estas zonas es medio alta, con un contenido inicial promedio de 10% de madera valiosa, 50% de maderas de valor medio y 30% de árboles de madera corriente. En el último año del programa (año 31), la composición del bosque debe mejorar a 30% de madera valiosa, 60% madera de valor medio y 10% de madera corriente.

El manejo y aprovechamiento de la concesión forestal está planificado en unidades o parcelas de 1000 ha cada una, de las cuales sólo se aprovecharían 750 ha. El 25% restante se dejaría como reserva y protección de áreas ribereñas y de mayor relieve. Cada año se iniciaría el trabajo en una parcela de manejo o de corte y se consideraría las cosechas del bosque los años 2, 23 y 31, con volúmenes de extracción de 21, 32 y 36 m<sup>3</sup> por hectárea.

Los costos considerados incluyen los gastos en mano de obra (calificada y no calificada), en bienes y equipos, en servicios (comunicaciones, consultorías, etcétera) y vigilancia del bosque. Los ingresos consideran la venta de las tres calidades de madera (ingresos netos descontando el traslado de la madera).

Durante los 31 años de la plantación se capturarán 682 000 tm de CO<sub>2</sub>. Los proyectos de manejo de bosques tropicales tendrían en total una reducción acumulada de 2 400 000 tm de CO<sub>2</sub>.

Entre las barreras más importantes para que este tipo de actividad se desarrolle por sí sola se encuentran las desventajas de orden legal, técnico y económico.

Si esta opción no se lleva a cabo, las explotaciones forestales se seguirán efectuando con los patrones tradicionales de extracción selectiva, que producen mayores emisiones de GEI debido a su impacto en el bosque y menores capturas de carbono por el menor crecimiento relativo de la biomasa que queda en pie.

Opciones de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero: Principales resultados<sup>39</sup>

Opciones de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero: Principales resultados<sup>39</sup>

Sector/Opción de mitigación	Años del proyecto	Reducción acumulada de CO <sub>2</sub> equiv. (Millones de tm)/ <sup>1</sup>	Beneficios adicionales
<b>SECTOR ENERGÍA</b>			
1. Hidroelectricidad sustituye diesel	2014-2020	8,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>Reducción de importaciones de combustible diesel.</li> </ul>
2. Gas natural sustituye carbón	2009-2020	7,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminación de cenizas, material particulado y precursores de ácidos corrosivos.</li> </ul>
3. Gas natural sustituye diesel	2007-2020	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de importaciones de combustible diesel.</li> <li>Menor contaminación atmosférica local.</li> </ul>
4. Dos gasoductos adicionales reemplazan carbón, petróleo residual y diesel	2004-2012	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>Reducción de las importaciones de combustible.</li> <li>Diversificación energética.</li> </ul>
5. Hidroelectricidad sustituye gas natural	2019-2020	2,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor contaminación atmosférica local.</li> </ul>
6. Mejora de eficiencia y conversión de calderas industriales*	2000-2009	2,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>Reducción de las importaciones de combustible.</li> </ul>
7. Colectores solares	2000-2020	1,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>Diversificación energética.</li> </ul>
8. Turbinas de viento	2006-2020	0,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>Reducción de importaciones de combustible diesel.</li> <li>Diversificación energética.</li> </ul>
Reducción de emisiones sector energía		31	
<b>SECTOR TRANSPORTE</b>			
9. Revisiones técnicas	1999-2020	23,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor seguridad,</li> <li>Menor contaminación atmosférica.</li> <li>Ahorro energético.</li> </ul>
10. Ciclovías	1999-2020	23,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro en gastos de transporte.</li> <li>Menor contaminación atmosférica y acústica locales.</li> <li>Menor congestión.</li> </ul>
11. Retiro de vehículos antiguos (bonos)	1999-2010	3,7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nueva flota de transporte público.</li> <li>Menor contaminación atmosférica local.</li> <li>Mejor calidad del servicio de transporte público.</li> </ul>
12. Conversión de taxis a GLP	1999-2010	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de monóxido de carbono, material particulado y plomo.</li> <li>Aprovechamiento del GLP proveniente de los yacimientos gasíferos peruanos.</li> </ul>
Reducción de emisiones sector transporte		51,8	

<sup>39</sup> Esta información es parte de un estudio preliminar realizado en 1998.

SECTOR AGROFORESTAL				
13. Cultivo de café	1999-2020	45,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de los agricultores.</li> <li>• Mayor productividad del cultivo.</li> <li>• Estabilidad de las unidades agropecuarias.</li> <li>• Menor deforestación.</li> <li>• Mayor empleo.</li> <li>• Mayores exportaciones.</li> </ul>	
14. Forestación con especies exóticas	2000-2020	9,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de la industria forestal y papelera.</li> <li>• Mayores exportaciones.</li> <li>• Protección de suelos y aguas.</li> <li>• Mejora del microclima</li> </ul>	
15. Forestación con especies nativas	2000-2020	4,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provisión de leña para las comunidades.</li> <li>• Conservación de biodiversidad.</li> <li>• Protección de suelos y aguas.</li> <li>• Mejora del microclima.</li> </ul>	
16. Pijuayo para palmito	1999-2020	2,7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de los agricultores.</li> <li>• Mayor productividad del cultivo.</li> <li>• Estabilidad de las unidades agropecuarias.</li> <li>• Menor deforestación.</li> <li>• Mayor empleo.</li> <li>• Mayores exportaciones.</li> </ul>	
17. Manejo de bosques	2000-2020	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de bosque húmedo tropical.</li> <li>• Desarrollo de la industria forestal.</li> </ul>	
Reducción total de emisiones		65,2		

*1/Acumulada en el período 1999-2020.*

*\*En marzo del 2001 el MITINCI se encontraba realizando un estudio de factibilidad sobre el proyecto a fin de precisar estos datos.*

#### Lineamientos iniciales para la transferencia tecnológica<sup>40</sup>

La transferencia tecnológica es necesaria en todas las etapas del sector energía: uso de tecnologías de generación basadas en energías renovables (geotérmica, solar, hidroeléctrica y de viento), ahorro de pérdidas en los sistemas de transmisión, con particular acento en el ahorro de energía y la eficiencia energética a nivel de usuarios industriales, comerciales y residenciales.

Asimismo, se requiere un esfuerzo adicional para la conversión a gas natural, incluyendo el transporte. En el sector transporte es posible hacer importantes ahorros de energía. La promoción del GLP y el gas natural comprimido como combustibles alternativos puede tener un impacto sobre las emisiones CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Las principales actividades que requieren de transferencia de tecnología son aquellas relacionadas al mantenimiento de la flota vehicular y la organización del tránsito y el transporte público.

En lo que respecta al ahorro de energía a nivel industrial, es importante realizar una transferencia de tecnología mediante una serie de programas demostrativos de eficiencia energética en aquellos sistemas comúnmente utilizados en la industria (motores, intercambiadores de calor y calderos). Igualmente, el monitoreo del uso energético en la industria, las metodologías de control industrial y las tecnologías de cogeneración pueden ser base para significativos ahorros energéticos. También se requiere la transferencia de tecnología para la normalización de motores y calderos y su posterior revisión a través de un laboratorio secundario de verificación.

<sup>40</sup> El análisis de este importante tema se presenta aquí de manera genérica y será sustituido por los estudios de la lista de necesidades tecnológicas que se iniciarán en febrero del 2001 con la extensión del financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) para la construcción de capacidades en áreas prioritarias.

La transferencia de tecnología para la reducción de emisiones es particularmente necesaria en los sectores cemento, curtiembres, fundiciones, papel e imprentas y cerveza. Además, el sector de procesamiento de harina de pescado podría beneficiarse con la transferencia de tecnologías destinadas a reducir sus emisiones atmosféricas.

Las posibilidades de transferencia en el sector residencial son amplias y van desde las tecnologías de iluminación, cocción de alimentos, calentamiento de agua y de artefactos electrodomésticos, hasta sistemas pasivos (modificaciones arquitectónicas para iluminación y climatización), incluyendo la capacitación en prácticas adecuadas de ahorro y de eficiencia energética.

En cuanto al sector de cambio de uso de la tierra y silvicultura, se requiere la transferencia tecnológica en algunas áreas de biotecnología a fin de hacer más efectivas las campañas de reforestación. Igualmente, las condiciones de trabajo requieren de una logística especial y métodos de capacitación de personal.

## **VI.4 Vulnerabilidad y opciones de adaptación frente al cambio climático**

La vulnerabilidad física del Perú frente a los fenómenos climáticos es evidente si consideramos los impactos del fenómeno El Niño durante 1997 y 1998. Las opciones de adaptación que deben ser desarrolladas en el más breve plazo están estrechamente relacionadas a la salud y bienestar humanos (reubicación en lugares seguros y mejoramiento de las estructuras de las viviendas).

En el caso de la salud humana resulta necesaria la transferencia de tecnologías orientadas a la aplicación de técnicas de laboratorio para la identificación de vectores de enfermedades y de las características de los patógenos, así como para el desarrollo y la producción de vacunas. El uso de estas tecnologías demanda un alto nivel de preparación y capacitación del personal.

En cuanto a la infraestructura vulnerable al cambio climático hay que considerar dos etapas: la prevención de los incidentes y el manejo de los eventos una vez presentados. En el caso de los recursos forestales, uno de los mayores riesgos es la propagación de incendios forestales no controlados.

# SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACF:	Aguas Costeras Frías
AES:	Aguas Ecuatoriales Superficiales
ASS:	Aguas Subtropicales Superficiales
BCRP:	Banco Central de Reserva del Perú
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
BHP:	Boilers Horse Power
BIOFOR:	Biodiversity and Fragil Ecosystems Conservation and Management
CAF:	Corporación Andina de Fomento
CAREC:	Comité de Administración de los Recursos del Sector Hidrocarburos del Gobierno del Perú
CC:TRAIN	Climate Change Train
CENAGRO:	Censo Nacional Agrario
CEPIS:	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CER:	Certificado de Reducción de Emisiones
CER-UNI	Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería
CIDATT:	Centro de Investigación y Asesoría de Transporte Terrestre
CIU:	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CITES:	Convención para el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre
CLIVAR:	Variabilidad y Predictibilidad Climática
CNCC	Comisión Nacional de Cambio Climático
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
CONCYTEC:	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONFIEP:	Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas
CPPS:	Comisión Permanente del Pacífico Sur
CTE:	Comisión de Tarifas de Energía
DANIDA:	Cooperación Danesa
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DICAPI:	Dirección General de Capitanías y Guardacostas
DIGESA:	Dirección General de Salud Ambiental
DGE:	Dirección General de Electricidad
EIA:	Evaluación de Impacto Ambiental
EMSEE:	Empresas de Servicios Energéticos
ENNIV:	Encuestas Nacionales sobre Niveles de Vida
ENSO:	El Niño Oscilación Sur
ENFEN:	Estudio Nacional del Fenómeno El Niño
ERFEN:	Estudio Regional sobre el Fenómeno El Niño
ESMLL:	Empresa de Servicios Municipal de Limpieza de Lima
FONAM:	Fondo Nacional del Ambiente
GACMO:	Greenhouse Gas Costing Model
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
GEF:	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
GIR:	Grupos de Intervención Rápida
GLP:	Gas Licuado de Petróleo
GNC:	Gas natural comprimido
HIDRONAV:	Hidrografía y Navegación de la Marina
IDH:	Índice de Desarrollo Humano
IGN:	Instituto Geográfico Nacional
INBAR:	Convenio y establecimiento de la red internacional del bambú y el rattán
IPES:	Instituto Peruano de Economía Social
IPH:	Índice de Pobreza Humana

IGP:	Instituto Geofísico del Perú
IMARPE:	Instituto del Mar del Perú
INADE:	Instituto Nacional de Desarrollo
INAGGA:	Instituto Andino de Glaciología y Geoambiente
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET:	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
INIA:	Instituto Nacional de Investigación Agraria
INRENA:	Instituto Nacional de Recursos Naturales
INS:	Instituto Nacional de Salud
IPCC :	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IPH:	Índice de Pobreza Humana
ISC:	Impuesto Selectivo al Consumo
ISIC:	International Standard Industrial Classification
LGN:	Líquidos de Gas Natural
MARPOL:	Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques
MDL:	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MED:	Ministerio de Educación
MEGA:	Marco Estructural para la Gestión Ambiental
MEF:	Ministerio de Economía y Finanzas
MEM:	Ministerio de Energía y Minas
MINAG:	Ministerio de Agricultura
MINSA:	Ministerio de Salud
MIN. RR.EE.:	Ministerio de Relaciones Exteriores
MITINCI:	Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales
MMVR:	Morb Mortal Weekly Report
MTC:	Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción
NASA:	National Aeronautics and Space Administration
OIMT:	Organización Internacional de Maderas Tropicales
OMS:	Organización Mundial de la Salud
ONERN:	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
OTERG:	Oficina Técnica de Energía
PAE:	Programa de Ahorro de Energía
PAMA:	Programa de Adecuación y Manejo Ambiental
PARSEP:	Proyecto de Asistencia en la Reglamentación del Sector Energético del Perú
PBI:	Producto Bruto Interno
PEA:	Población Económicamente Activa
PETROPERÚ:	Petróleos del Perú
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PCG:	Potencial de Calentamiento Global
PRONAMACHCS:	Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
PROTUM:	Proyecto de Transporte Urbano Metropolitano
RAMSAR:	Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas
SAN:	Servicio Aerofotográfico Nacional
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SENATI	Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial
SICN:	Sistema Interconectado Centro Norte
SIG:	Sistema de Información Geográfica
SINDECI:	Sistema Nacional de Defensa Civil
SINSUR:	Sistema Interconectado Sur
SINANPE:	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SUNAD:	Superintendencia Nacional de Aduanas
TEP:	Toneladas Equivalentes de Petróleo
TOGA:	Océano Tropical y Atmósfera Global
UNI:	Universidad Nacional de Ingeniería
UNEP	United Nations Environment Program

# UNIDADES EMPLEADAS Y EQUIVALENCIAS

Prefijo	Significado	Símbolo	Ejemplos de uso en el documento
Kilo	mil ( $10^3$ )	k	Kilogramo (kg), kilovatio (kW)
Mega	millón ( $10^6$ )	M	Megavatio-hora (MWh)
Giga	mil millones ( $10^9$ )	G	Gigagramos (Gg), GigaJoule (GJ)
Tera	billón	T	Teracalorías (Tcal)

## Unidades y equivalencias

1 kWh =  $3,6 \times 10^9$  J = 3,6 GJ

1 TEP = 41,8 GJ = 11,626 MWh

1Gg =  $10^9$  g =  $10^3$  toneladas

1 barril = 5,6143 pies<sup>3</sup> = 42 galones

1 pie<sup>3</sup> = 0,028317 m<sup>3</sup>

# BIBLIOGRAFÍA

- APODACA, E.  
1998  
"El Perú ya no es el primer productor de hoja de coca en el mundo", en *El Comercio*, Lima, 10 de febrero.
- AYÓN, P.; K. ARONES y M. ZÁRATE  
1999  
Variaciones en el comportamiento del copépodo calanoide *Centropages brachiatus* (DANA, 1849), frente a la costa peruana durante el evento El Niño 97-98. VIII COLACMAR, tomo II, 17-21 octubre, pp. 730-731.
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ (BCRP)  
1999  
*Memoria*. Lima: BCRP.
- CABIESES, H.  
1995  
*Narcotráfico y hoja de coca: Algunas propuestas alternativas*. Lima.
- CIDATT  
1999  
Biblioteca del Transporte. Lima: CIDATT.
- CILLÓNIZ, F.  
1998  
"En la agroindustria está el futuro", en *El Comercio*, Lima, 8 de febrero.
- CLEMENS, J.; M.J. ALBERT, M. RAO *et al.*  
1995  
"Impact of Infection by *Helicobacter pylori* on the Risk and Severity of Endemic Cholera". *J. Infec. Dis.*, 171: 1653-1656.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE (CONAM)  
<http://www.conam.gob.pe>  
1996  
*Diagnóstico de la situación de la gestión y la legislación ambiental en el Perú*. Lima: Noviembre.
- 1997  
*Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1994*. Lima: CONAM.
- 1998  
*Mitigación de emisiones de gases efecto invernadero en el Perú*. Lima: CONAM.
- 1998a  
*Informe nacional del Perú ante la Convención de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica*. Lima: CONAM, diciembre.
- 1999  
*Perú: Vulnerabilidad frente al cambio climático. Aproximaciones a la experiencia con el fenómeno El Niño*. Lima: CONAM.
- 1999  
*Cambio climático y desarrollo sostenible en el Perú*. Lima: CONAM
- 1999  
*El informe CONAM*. Lima: CONAM.
- 1999  
*Marco Estructural de Gestión Ambiental*. Lima: CONAM, mayo.
- 1999  
*Perú Megadiverso*. Lima: CONAM.
- 1999  
*Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)*. Lima: CONAM, mayo.
- COPRI,  
Dirección General de Electricidad, GGE/ MEM.
- CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO (CAF)  
2000  
*El fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria, retos y soluciones. Vol. V, Perú*. Caracas: Editorial ExLibris.
- CPPS  
1997  
*Implicancias socioeconómicas del incremento del nivel del mar en Lima Metropolitana y el Callao como consecuencias del calentamiento global*. CPPS/PNUMA/PSE/IE (97): 10.
- DOUROJEANNI, M.  
1990  
*Amazonía ¿Qué hacer?* Lima: CETA.
- GLASS, R.I.; S. BECKER, M.I. HUQ, B.J. STOLL, M.U. KHAN *et al.*  
1982  
"Endemic Cholera in Rural Bangladesh 1996-1990". *Am. J. Epidemiol.*, 116: 959-970.

- GRAHAM, *et al.*  
1995  
"Greenhouse warming and its possible effect on El Niño".  
*Geophysical Research Letters*.
- HIDRANDINA  
1989  
*Inventario de glaciares del Perú*.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E  
INFORMÁTICA (INEI)  
1997  
*Perú: Compendio Estadístico 1996-1997*. Lima: INEI.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
AGRARIA (INIA)  
1992  
*Tecnología para el manejo de los bosques tropicales*.  
Lima: INIA.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES  
(INRENA)  
s/a  
*Perú forestal en números 1992 y 1993*. Lima: INRENA.  
1994  
*Compendio de la actividad forestal y fauna*. Lima:  
INRENA.  
1997a  
*Perú forestal en números: Año 1994*. Lima: INRENA.  
1997b  
*Estudio nacional de la diversidad biológica*, vol. I. Lima:  
INRENA, Dirección General de Áreas Naturales  
Protegidas y Fauna Silvestre.  
1998  
*Perú forestal en números: Año 1998*. Lima: INRENA.
- IPCC  
1995  
Segundo Reporte de Evaluación del IPCC.  
1996  
Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inven-  
tories.  
1998  
Conclusión del seminario Factores de emisión y datos  
de actividades de los inventarios de gases de efecto  
invernadero en países en desarrollo. La Habana, Cuba,  
setiembre.
- ITURREGUI, P.  
1995  
*Problemas ambientales de Lima, algunas propuestas y  
la necesidad de una agenda 21 local*. Lima: Fundación  
Friedrich Ebert.
- LAGOS, P.  
1999  
*El Niño y los cambios climáticos en el Perú*. Lima: Instituto  
Geofísico del Perú.
- MAXIMIXE  
1999  
*Riesgos Macro*. Lima: Maximixe.
- MEEHL, G.A.; W.M. WASHINGTON  
1996  
"El Niño-like climate change in a model with increased at-  
mospheric CO<sub>2</sub> concentrations". *Nature*, 382: 56-60.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG)  
1977  
*Vademecum forestal*. Lima: MINAG.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (MEM)  
1998  
*Balance Nacional de Energía*. Lima: MEM.  
1999  
*Plan Referencial de Hidrocarburos*. Lima: MEM.  
1997  
*Atlas de la minería y energía en el Perú*. Lima: MEM.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS-OFICINA  
TÉCNICA DE ENERGÍA (MEM-OTERG)  
1970-94  
*Balance Nacional de Energía 1970-1994*. Lima: MEM-  
OTERG.  
1997a  
*Balance Nacional de Energía 1995*. Lima: MEM-OTERG.  
1997b  
*Información Estadística Económica-Energética. Cartilla  
de Valores 1990-1996*. Lima: MEM-OTERG.  
1997c  
*Balance Nacional de Energía 1997*. Lima: MEM-OTERG.  
1998  
*Balance Nacional de Energía 1998*. Lima: MEM-OTERG.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS / CENTRO DE  
ENERGÍAS RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE INGENIERÍA (MEM/CER-UNI)  
1996  
*Diagnóstico de las energías solar y eólica en el Perú*.  
Lima: MEM/CER-UNI.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO,  
INTEGRACIÓN Y NEGOCIACIONES COMERCIALES  
INTERNACIONALES (MITINCI)  
1994  
*Estadísticas del sector manufacturero*. Lima: MITINCI.
- MINISTERIO DE SALUD-DIRECCIÓN GENERAL DE  
SALUD (MINSA-DIGESA)  
1998  
*Estadística de evolución del cólera entre enero de 1991  
y agosto de 1998*. Lima: MINSA.
- MORB MORTAL WEEKLY REPORT (MMVR)  
1996  
"Heat Wave Related Mortality. Milwaukee, Wisconsin, July  
1995". *MMVR*, 45: 505-507.

- 1994  
"Heat Related Deaths. Philadelphia and United States, 1993-1994". *MMVR*, 43: 433-455.
- OCHOA, N.; B. ROJAS DE MENDIOLA y O. GÓMEZ  
1985  
"Identificación del fenómeno El Niño a través de los organismos fitoplanctónicos", en Arntz, W.E., A. Landa y J. Tarazona, editores: *El fenómeno "El Niño" y su impacto en la fauna marina*. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, volumen extraordinario, pp. 23-31.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES (ONERN)  
1982a  
*Clasificación de tierras del Perú*. Lima: ONERN.  
1982b  
*Los recursos naturales del Perú*. Lima: ONERN
- PETROPERÚ  
1993  
Explotación del gas de Camisea.
- ROJAS DE MENDIOLA, B.; O. GÓMEZ y N. OCHOA  
1985  
"Efectos del fenómeno El Niño sobre el fitoplancton", en Arntz, W.E., A. Landa y J. Tarazona, editores: *El fenómeno "El Niño" y su impacto en la fauna marina*. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, volumen extraordinario, pp. 33-40.
- RISTO, K.; P. MAARIT  
1993  
"Geografía de la Selva Baja Peruana", en *Amazonía Peruana - Proyecto Amazonía U. de Turku y Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales*.
- SANDOVAL, O.  
1987  
Los quetognatos: Indicadores zooplanctónicos del fenómeno "El Niño". *Boletín de Lima* (49), 24 pp.
- SANTANDER, H.; S. CARRASCO  
1985  
"Cambios en el zooplancton durante El Niño 1982-1983 en el área norte de Chimbote", en Tresierra, A., editor: *Anales del Congreso Nacional de Biología Pesquera*. Trujillo, pp. 201-206.
- SEMENZA, J.C.; C.H. RUBIN, K.H. FALTER, J.D. SELANIKIO *et al.*  
1996  
"Heat Related Death During the July 1995 Heat Wave in Chicago". *N. Eng. J. Med*, 335, pp. 84-90.
- TARAZONA, J.  
1998  
"El bentos marino como indicador del impacto biológico durante los últimos eventos "El Niño", en *Memorias del Seminario Taller: El Impacto del fenómeno de El Niño en los sistemas biológicos de Centroamérica*. Panamá, 19-20 dic. 1997.
- TARAZONA, J. *et al.*  
1985  
"Características de la vida planctónica y colonización de los organismos epilíticos durante el fenómeno "El Niño", en Arntz, W.E., A. Landa y J. Tarazona, editores: *El fenómeno "El Niño" y su impacto en la fauna marina*. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, volumen extraordinario.  
1988a  
"Oscillations of macrobenthos in shallow waters of the Peruvian central coast induced by El Niño 1982-83", *J. Mar. Res.*, 46: 593-611.  
1988b  
"La recolonización de las comunidades de mitílidos en la costa central del Perú después de El Niño 1982-83", en *Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano*.  
1988c  
"Positive effects of El Niño on macrozoobenthos inhabiting hypoxic areas of the Peruvian upwelling system", *Oecologia*, 76: 184-190.  
1996  
"Impact of two El Niño events of different intensity on the hypoxic soft bottom macrobenthos off the central Peruvian coast", *Marine Ecology*, 17(1-3): 425-446.
- TARAZONA, J.; S. VALLE  
1998  
"La diversidad biológica en el mar peruano", en Halffer, G., editor: *La diversidad biológica de Iberoamérica II*. Xalapa, México: CYTED-Instituto de Ecología.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE  
<http://www.unfccc.int>
- URRELO, G.R.  
1997  
El cultivo de la coca en el Perú. Exposición en el IX Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos, Trujillo.
- VIDAL, J.; A. YI, E. SALINAS, R. ADACHI, H. VALDEZ  
1991  
"Relación entre grupo sanguíneo ABO y enfermedad diarreica severa causada por *Vibrio cholerae*". *Revista Médica Herediana*, 2: 108-111.
- WASCHSMUTH, I.K.; G.M. BIVAS, P. FIELDS, O. OLSVIK, T. POPOVIC, C. BOOP *et al.*  
1993  
"The Molecular Epidemiology of Cholera in Latin America". *The J. of Inf. Dis.*, 167: 621-626.

Comisión Nacional de Cambio Climático y representantes:

- Asamblea Nacional de Rectores
- Asociación de Municipalidades del Perú
- Consejo Nacional del Ambiente  
Representante: Dr. Mariano Castro
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
Representante: Met. Mateo Casaverde Ríos
- Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas  
Representante: Dr. Hans Flury
- Instituto Nacional de Recursos Naturales  
Representante: Ing. César Cervantes Gálvez
- Ministerio de Economía y Finanzas  
Representante: Milton von Hesse
- Ministerio de Energía y Minas  
Representante: Ing. Julio Bonelli Arenas
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción  
Representante: Arq. Rocío Cacho
- Ministerio de Relaciones Exteriores  
Representante: Ministra María Cecilia Rozas Ponce de León
- Ministerio de Industrias, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales  
Representante: Sr. Carlos Ferraro Rey
- Representantes de las ONG peruanas  
Representante: Ing. Valentín Bartra
- Fondo Nacional Ambiental  
Representante: Sr. Luis Alberto González
- Universidad del Pacífico – Centro de Investigaciones  
Representante: Sra. Rosario Gómez
- Instituto del Mar del Perú  
Representante: Vicealmirante (r) Fernando Jiménez Román
- Servicio Nacional Meteorología e Hidrología  
Representante: Mayor General FAP Gustavo Ebermann