



"FUNDAMENTOS Y ALCANCE DEL RÉGIMEN DE LA CONVENCIÓN DE GINEBRA SOBRE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA A GRAN DISTANCIA DE 1979"

Maria Cecilia Marambio Thibaut

Dipòsit Legal: T.193-2013

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

María Cecilia Marambio Thibaut

“FUNDAMENTOS Y ALCANCE DEL RÉGIMEN DE LA CONVENCIÓN DE
GINEBRA SOBRE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA A
GRAN DISTANCIA DE 1979”

TESIS DOCTORAL

Dirigida por el Dr. Antoni Pigrau Solé
Catedrático de Derecho Internacional Público y
Relaciones Internacionales

Departament Dret Públic



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Tarragona
2012

The most important factor behind the basic change of attitude towards international cooperation is probably the fact that the world in the 1980s has become truly global. . . . An important factor in explaining this new global awareness lies, however, in the problems of environment. . . . Science and technology are key factors in this development. Technology has made the world smaller and more integrated at the same time as it has given us more powerful tools for research and further advances of human knowledge than ever before. The network of cooperation and exchange of information between scientists in all countries has been a driving force behind the process of internationalization.

Norwegian Minister of Foreign Affairs, Thorvald Stoltenberg, (The XV Internacional Congress of the Latin American Studies Association (LASA), San Juan Puerto Rico, 21-23 de Septiembre, 1989).

CONTENIDOS

Tablas
Figuras
Cuadros
Mecanismos de reacciones
Anexos
Abreviaturas

INTRODUCCIÓN 15

CAPÍTULO I

LA ATMÓSFERA. UNA APROXIMACIÓN PARA SU CONOCIMIENTO
Y EL DE LAS PROBLEMÁTICAS QUE PRESENTA 25

1. *Formación, evolución y estructura de la atmósfera* 26

2. *La radiación solar como fuente de energía* 34

3. *El clima y su incidencia en el medio ambiente* 40

4. *El equilibrio y la fragilidad de la atmósfera. Su composición y ciclos* 47

4.1. *El ciclo hidrológico* 48

4.2. *El ciclo del carbono* 49

4.3. *El ciclo del oxígeno* 50

4.4. *El ciclo del nitrógeno (N₂)* 51

4.5. *El ciclo del azufre (S)* 53

4.6. *El ciclo del fósforo (P)* 54

5. *Contaminantes ambientales involucrados en la contaminación
atmosférica. La química de la troposfera* 55

5.1. *El ozono (O₃) y su presencia en la troposfera* 60

5.2. *El dióxido de carbono (CO₂) y su incidencia en el medio ambiente* 64

5.3. *El gas metano (CH₄)* 66

5.4. *El óxido nitroso (N₂O)* 71

5.5. *Los clorofluorocarbonos (CFCs) y su presencia en la atmósfera* 73

5.6. *Los compuestos sulfurados* 75

5.7. *Las partículas en suspensión (PM)* 76

5.8. *Los contaminantes orgánicos persistentes (POPs)* 77

5.9. *Los compuestos orgánicos volátiles (COVs)* 78

5.10. *El vapor de agua (H₂O)* 79

6. *El ozono estratosférico* 80

6.1. *Los radicales hidroxilo (OH•)* 84

6.2. *El óxido nítrico (NO)* 84

6.3. *Los clorofluorocarbonos (CFCs)* 84

7. *Acidificación y eutrofización: fenómenos originados como consecuencia
de la contaminación* 85

7.1. *La "lluvia ácida" o deposición ácida* 85

7.2. *El fenómeno de la eutrofización* 89

8.	<i>Los impactos sociales, políticos y económicos de la contaminación Atmosférica</i>	91
8.1.	<i>La contaminación atmosférica, su impacto e implicancias en el desarrollo social, económico y político</i>	98
8.2.	<i>La contaminación atmosférica y su incidencia en la salud</i>	113
8.3.	<i>El impacto de la contaminación atmosférica sobre la naturaleza, la flora y la fauna</i>	124
CAPÍTULO II		
EL DERECHO INTERNACIONAL COMO INSTRUMENTO PARA LA PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA		129
1.	<i>El medio ambiente como bien jurídico</i>	131
2.	<i>Concepto y naturaleza jurídica de la atmósfera y su contaminación</i>	145
2.1.	<i>La atmósfera entendida como “patrimonio común de la humanidad”</i>	146
2.2.	<i>Régimen jurídico general de la atmósfera y el espacio</i>	157
2.3.	<i>La contaminación atmosférica y su regulación jurídica</i>	172
3.	<i>La dimensión internacional de la protección del medio ambiente</i>	179
3.1.	<i>El Derecho internacional frente a la protección del medio ambiente</i>	179
3.2.	<i>Principios generales de derecho internacional del medio ambiente</i>	190
3.2.1.	<i>Principio de no causar daño ambiental transfronterizo</i>	201
3.2.2.	<i>Principios de buena vecindad y de cooperación internacional para la protección del medio ambiente</i>	206
3.2.3.	<i>Principio de prevención</i>	209
3.2.4.	<i>Principio de precaución o de acción precautoria</i>	209
3.2.5.	<i>Principio de “quien contamina paga”</i>	213
3.2.6.	<i>Principio de desarrollo sostenible</i>	216
3.2.7.	<i>Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas</i>	219
4.	<i>Los instrumentos internacionales en la protección de la atmósfera</i>	221
4.1	<i>Los tratados internacionales como instrumentos idóneos en la protección de la atmósfera</i>	223
4.2.	<i>Concepto de régimen ambiental</i>	228
4.3.	<i>La estructura institucional de los tratados multilaterales Internacionales</i>	235
4.3.1.	<i>Intercambio de información y mecanismos de asistencia científica, técnica y económica</i>	242
4.3.2.	<i>Mecanismos de control y cumplimiento de acuerdos multilaterales Medioambientales</i>	245
4.3.3.	<i>Resolución de controversias</i>	253
4.4.	<i>El concepto de gobernanza en el marco medioambiental</i>	258
4.5.	<i>La eficacia de los regímenes internacionales medioambientales</i>	273
4.6.	<i>Los Regímenes jurídicos de protección de la atmósfera</i>	278
4.6.1.	<i>Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y Protocolo de Montreal</i>	279
4.6.2.	<i>Convención marco de cambio climático y Protocolo de Kyoto</i>	290

CAPITULO III	
EL RÉGIMEN DE LA CONVENCION DE GINEBRA SOBRE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA A GRAN DISTANCIA DE 1979	305
1. Aspectos generales del régimen de la Convención de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979	305
1.1. Antecedentes sobre la elaboración de la Convención	307
1.2. Aspectos institucionales de la Convención y de sus protocolos	318
2. Los Protocolos adicionales	325
2.1. Los protocolos adicionales y su función en el ámbito del control de emisiones de contaminantes	326
2.2. Mecanismos de control de cumplimiento	348
2.3. Mecanismos de solución de controversias	357
2.4. Intercambio de información y mecanismos de asistencia científica y técnica	358
2.5. Asistencia financiera	363
3. Un balance del régimen de la Convención de Ginebra	366
3.1. Los mecanismos utilizados por el régimen para la reducción de emisiones	367
3.2. Programas para dotar de capacidad, y estudios sobre transporte transfronterizo	372
3.3. Los resultados de más de treinta años de Convenio	382
CONCLUSIONES	395
BIBLIOGRAFÍA	412
DOCUMENTACIÓN	445
SITIOS WEB	463

TABLAS

Tabla Nº 1:	Gases presentes suponiendo atmósfera limpia y en ausencia de vapor de agua	30
Tabla Nº 2:	Gases presentes suponiendo atmósfera limpia y presencia de vapor de agua	30
Tabla Nº 3:	Valores que caracterizan la Radiación solar	35
Tabla Nº 4:	Variaciones en las concentraciones y forzamiento radiativo de los LLGHGs desde 1998 (estimaciones TAR) hasta 2005	59
Tabla Nº 5:	Fuentes, sumideros y presupuestos atmosféricos de CH ₄ (Tg (CH ₄) yr ⁻¹)a	68
Tabla Nº 6:	Fuentes globales de NO _x , NH ₃ y N ₂ O (Tg N yr ⁻¹)	72
Tabla Nº 7:	Vínculos entre los cambios en el estado del medio ambiente atmosférico y los impactos ambientales y humanos	96
Tabla Nº 8:	Efectos asociados por exposición a deferentes Contaminantes	123
Tabla Nº 9:	Valores guía para sustancias individuales basados en los efectos sobre la vegetación terrestre	126
Tabla Nº 10:	Aplicación, cumplimiento y eficacia.	278
Tabla Nº 11:	Situación de los productos químicos incluidos en el Protocolo de Montreal a 20 años de su firma	284
Tabla Nº 12:	Relaciones de mezcla y las tasas de crecimiento de algunas	

	de los más importantes de sustancias que agotan la capa de ozono	286
Tabla Nº 13:	Conferencia de las Partes Convención marco cambio climático	294
Tabla Nº 14:	Fuentes y sus flujos transfronterizos de azufre	312
Tabla Nº 15:	Casos Implementados por el IC desde 2000	355
Tabla Nº 16:	Órganos de la convención encargados de desarrollo de técnicas y tecnologías	369
Tabla Nº 17:	Emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno (1000 ton/año) Finlandia, Noruega y Suecia	385

FIGURAS

Figura Nº 1:	Gráfica de distancia, presión y temperatura	32
Figura Nº 2.:	Gráfica de altitud versus temperatura en la atmósfera	33
Figura Nº 3:	Espectro electromagnético	37
Figura Nº 4:	Estimación del balance de energía mundial anual de la Tierra	38
Figura Nº 5:	Interacciones que presenta el ozono	64
Figura Nº 6:	Interacciones del dióxido de carbono	66
Figura Nº 7:	Interacciones que presenta el metano	70
Figura Nº 8:	Interacciones de óxido nitroso	73
Figura Nº 9:	Interacciones de los CFCs	75
Figura Nº 10:	Interacciones del vapor de agua presente en la atmósfera	80
Figura Nº 11:	Esquema de la trayectoria de la contaminación del aire en el ambiente	88
Figura Nº 12:	Modelos de los factores que afectan a la aplicación, cumplimiento y eficacia	255

CUADROS

Cuadro Nº 1:	Componentes del proceso de cambio climático	45
Cuadro Nº 2:	Interacciones que se producen a nivel atmosférico entre los elementos presentes	46
Cuadro Nº 3:	Flujo de nutrientes entre los distintos reservorios o Fuente	48
Cuadro Nº 4:	Procesos bacterianos implicados en el ciclo del nitrógeno.	53

MECANISMO DE REACCIONES

Mec. Rx. Nº 1:	Formación y destrucción del ozono en la troposfera	61
Mec. Rx. Nº 2:	Reacción de eliminación del metano	70
Mec. Rx. Nº 3:	Reacción fotoquímica del óxido nitroso	72
Mec. Rx. Nº 4:	Reacción de CFCs en la estratosfera	74
Mec. Rx. Nº 5:	Destrucción catalítica de la capa de ozono en la Estratosfera	82
Mec. Rx. Nº 6:	Formación y destrucción del ozono en la estratosfera	83
Mec. Rx. Nº 7:	Radical hidroxilo (OH•)	83
Mec. Rx. Nº 8:	Formación de "lluvia ácida" o "deposición ácida"	87

GRÁFICOS

Gráfico Nº 1:	Tendencia de las emisiones de contaminantes atmosféricos de la Unión Europea	385
---------------	--	-----

ANEXOS

Anexo I	Contaminantes, múltiples efectos, múltiples objetivos
Anexo II	Estructura organizacional de la CLRTAP
Anexo III	Situación de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza y sus protocolos (al 01 de marzo de 2011)
Anexo IV	Tendencias nacionales de los niveles de contaminación (1990-2009)

ABREVIATURAS

AOT40	Accumulated exposure over a threshold of 40 parts per billion
H ₂ O	Agua
AGNU	Asamblea General de las Naciones Unidas
AIDI	Association International de Droit International
ASAM	Abatement Strategies Assessment Model
ASIL	American Society of International Law
BAT	Best available technology/techniques
BATNEEC	Best available technology/techniques not entailing excessive costs
<i>BOE</i>	<i>Boletín Oficial del Estado</i>
CAFE	Clean Air for Europe (programme)
CASM	Coordinated Abatement Strategy Model
CCC	Chemical Coordination Centre of EMEP
CCE	Coordination Center for Effects CH ₄ Methane
CDI/ILC	Comisión de Derecho Internacional
CDS	Comisión de Desarrollo Sostenible
CEPE/ECE	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa
CIAM	Centre for Integrated Assessment Modelling
CIEL	Center of International Environmental Law
CIJ	Corte Internacional de Justicia
CITES	Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas de la fauna y flora silvestres
COP	Conferencia de las Partes
CLRTAP	Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979
CO ₂	Dióxido de Carbono
CPJI	Corte Permanente de Justicia Internacional
CORINAIR	Core Inventory of Air Emissions in Europe
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
CSCE/OSCE	Conference on Security and Co-operation in Europe/ Organización para la Seguridad y la Cooperación en Europa
CSNU	Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas
DEPI	División de Aplicación de la Política Ambiental (Division of Environmental Policy Implementation -PNUMA)
EMEP	Cooperative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe
EANET	Acid Deposition Monitoring Network for East Asia
ECOSOC	(United Nations) Economic and Social Council
EEA	European Environment Agency
EEC	European Economic Community ELV Emission limit value
ENGO	Environmental non-governmental organization
ESP	Electrostatic precipitator
FBC	Fluidized bed combustion FGD Flue gas desulphurization
FMI	Fondo Monetario Internacional
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade

GEF/FMAM	Global Environmental Facility/ Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEMS	Global Environment Monitoring System
HAPRO	Finnish Acidification Research Programme
HELCOM	Baltic Sea Commission ICP International cooperative programme
ILA	International Law Association
INECE	International Network for Environmental Compliance and Enforcement
IPCC	International Panel on Climate Change
IGCC	Integrated gasification combined cycle
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control (Directive)
IUAPPA	International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations
LCP	Large combustion plant
MAGIC	Model of Acidification of Groundwater In Catchments
MARPOL	International Maritime Organization's International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
MEA	Multilateral Environmental Agreements
MOP	Meeting of Parties/Reunión de las Partes
MOI	Memorandum of intent
MSC-E	Meteorological synthesizing Centre East of EMEP
MSC-W	Meteorological synthesizing Centre West of EMEP
N ₂ O	Óxido nitroso
NO ₂	Dióxido de nitrógeno
NAPAP	(United States) National Acid Precipitation Assessment Programme
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
NEC	National emission ceilings
NFC	National focal centre
NGO	Non-governmental organization
NH ₃	Amoniaco
NILU	Norwegian Institute for Air Research
NITREX	Nitrogen Experiments (project)
NIVA	Norwegian Institute for Water Research
NO _x	Óxidos de nitrógeno
NAFO	North Atlantic Fisheries Organisation
OCDE/OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo en Europa
OIT/ILO	Organización Internacional del Trabajo
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMI	Organización Marítima Internacional
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG/NGO	Organización No Gubernamental
ONU/NN.UU.	Organización de las Naciones Unidas
OSCE	Organización para la Seguridad y Cooperación en Europa
OSPAR	Convención para la protección del medio ambiente marino del

	Atlántico Noreste
O ₃	Ozono
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OSPARCOM	North-East Atlantic Commission
PAH	Polyaromatic hydrocarbon
PCB	Polychlorinated biphenyl
pH	Negative logarithm of hydrogen ion concentration (indicating the acidity of water)
PM	Particulate matter
POP	Persistent organic pollutant
PNUD/UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo / United Nations Environmental Programme
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
QA/QC	Quality assurance/quality control
REDD	Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries
S	Azufre
SAEP	Senior Advisors to UNECE Governments on Environmental Problems
SAFE	Soil Acidification in Forest Ecosystems (model)
SCR	Selective catalytic reduction
SEI	Stockholm Environment Institute
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency
SMART	Simulation Model for Acidification Regional Trends
SO ₂	Dióxido de azufre
RAINS	Regional Acidification Information and Simulation (model)
RAPIDC	Regional Air Pollution in Developing Countries (project)
RIVM	(Netherlands) National Institute of Public Health and the Environment
Rec.	Recueil des arrêts, avis consultatifs et ordonnances de la CIJ
Res.	Resolución
<i>TIJ</i>	Tribunal Internacional de Justicia
UNCLOS	United Nations Convention of the Law of the Sea
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<i>UNTS</i>	United Nations Treaty Series
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNEP	United Nations Environment Programme
VOC	Volatile organic compound
WHO	World Health Organization
WMO	World Meteorological Organization

INTRODUCCIÓN

En los últimos cuarenta años la deposición atmosférica ácida conocida comúnmente como “lluvia ácida” o “deposición ácida”, ha sido materia de discusión tanto en el plano político como científico. Este fenómeno consiste en la transferencia de ácidos fuertes y sustancias ácidas desde la atmósfera a la superficie terrestre. La presencia de contaminantes como el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) o el amoníaco (NH₄), en presencia de agua, forman ácido sulfúrico, ácido nítrico y derivados del amonio, respectivamente.

La deposición ácida, puede ser húmeda o seca. En el caso de la deposición húmeda esta se presenta en forma de lluvia, neblina, nieve o rocío; en cambio, la deposición seca ocurre como partículas o como gases.

Las fuentes principales de estos compuestos contaminantes a la atmósfera, son las emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles y de actividades agrícolas.

La gran mayoría de los elementos que se encuentran presentes en la atmósfera emitidos por fuentes naturales o antropogénicas por siglos han mantenido un equilibrio que en estos últimos años esta presentando una ruptura, en muchos casos difícil de revertir. Todas las alteraciones fruto de las emisiones antropogénicas excesivas, están provocando variaciones en los fenómenos atmosféricos y climatológicos, alterando los factores o variables que los determinan.

La atmósfera es un gran reservorio en el cual conviven una serie de elementos y sustancias que son condicionadas por variables que directa o indirectamente determinan su comportamiento. La evidencia de importantes variaciones en el sistema climatológico mundial, y los trastornos que se están sucediendo rápida y vertiginosamente, están afectando a la población y al ecosistema en general.

En el marco del derecho internacional del medio ambiente el concepto de “*pollution*” o contaminación ha sido definido como la introducción de sustancias o energía realizada por el ser humana directa o indirectamente al medio ambiente, las cuales pueden dar como resultado efectos nocivos. Ahora bien, no es menos cierto que la contaminación realizada por parte del ser humano al sistema ecológico no es nueva, siempre ha existido; lo dramático es el aumento descontrolado producido en el

último tiempo. Al respecto cabe destacar como lo hace EBBESSON¹ que esta definición recurrentemente citada por numerosos acuerdos internacional no plantea el riesgo que puede provocar la exposición prolongada en el tiempo, y se circunscribe solo a efectos materializados.

Asimismo, EBBESSON² recurriendo a Kenneth E. Boulding y a Nils Tiberg, recuerda que ciencias humanas como la ecología consideran relacionar las políticas medioambientales con las Leyes de la Termodinámicas, lo anterior sustentado en: i. Que tanto las energías como sustancias no desaparecen, solo existe una transformación de la materia; ii. Las energías y las sustancias tienen a degradarse, dicho proceso se denomina entropía; ejercicio que permite dimensionar y en muchos casos cuantificar los trastornos y desequilibrios provocados por variables externas.

Si bien el fenómeno de la contaminación es evidente y observable en muchos casos – emisiones industriales, vertidos, desechos sólidos, etc. -, también adopta en ciertas circunstancias características tales que la transforman en invisible y “difusa”, como las llama EBBESSON³, como lo son las emisiones del transporte; las cuales emiten una diversidad de contaminantes altamente nocivos y cuya sinergia en la mayoría de los casos es más perjudicial que la de estos individualmente. Fenómenos como la degradación de la capa de ozono, cambio climático, smog fotoquímico, acidificación o eutrofización, son ejemplos claros de consecuencias de contaminación originadas por fuentes difusas.

En lo que atañe a la “lluvia ácida”, tres años antes de la celebración de la Cumbre de Estocolmo de 1972, en el año 1969, Suecia y Noruega abordaron este problema en el marco de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (en adelante OCDE) instando a la formación de un grupo de trabajo - el *OECD's Air Management Sector Group* - que tres años después concluía “*there has been a significant increase in the atmospheric content of sulphur compounds and that there are atmospheric processes giving rise to transport of these compounds over long*

¹ Vid. EBBESSON, J. (1996), *Compatibility of international and national environmental law*. London: Kluwer Law Internacional. p. 6.

² *Ibidem*, p. 7. *The Economics of the Coming Spaceship Earth*, By Kenneth E. Boulding, 1966. Trabajo fue presentado en el Sixth Resources for the Future Forum on Environmental Quality in a Growing Economy in Washington, D.C., el 8 de marzo de 1966.; TIBERG, N. (1993), *Kretsloop*. Stockholm, Naturskyddsföreningen.

³ *Ibidem*, pp. 7-8.

*distances*⁴.

Bajo estas evidencias los trabajos no concluyen, muy por el contrario, continuaron con estudios y el seguimiento de la evolución de esta problemática⁵. En 1978 las actividades del programa de la OECD "*OECD's monitoring and transport modeling*", se consolidan bajo los auspicios de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (cuyas siglas en inglés son UNECE) y el *Cooperative Programme for the Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe*" (EMEP). Estos fueron los primeros pasos que dieron origen al régimen medioambiental que en la actualidad lo conforman la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979⁶ (en adelante CLRTAP) - adoptada por 34 Estados incluyendo los Estados Unidos de Norte América, Canadá, y la Comunidad Europea - y a sus ocho protocolos; uno de los regímenes ambientales más antiguos dentro del derecho internacional del medio ambiente. Asimismo además de ser el primer acuerdo internacional que trata la "lluvia ácida"⁷, es el primer acuerdo multilateral que aborda explícitamente el medio ambiente

⁴ Vid. Organization for Economic Cooperation and Development. (1972), *Cooperative Technical Programme to Measure the Long-Range Transport of Air Pollutants*. Paris OECD Environment Directorate.

⁵ Vid. Organization for Economic Cooperation and Development, (1977). *The OECD Programme on Long-Range Transport of Air Pollutants: Measurements and Findings*, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris. Organization for Economic Cooperation and Development, (1977). *The OECD programme on long-range transport of air pollutants*, 2nd Ed., Paris.

⁶ Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, hecho en Ginebra el 13 de noviembre de 1979 (BOE núm. 59, de 10 de marzo de 1983).

⁷ Dos miembros de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979, los Estados Unidos de Norte América y Canadá, cuentan con otro acuerdo bilateral sobre la "lluvia ácida", el cual comienza con el *Canada-United States Memorandum of Intent on Transboundary Air Pollution (MOI)*, firmado en agosto de 1980, documento que se elabora asumiendo el reporte de un comité bilateral, el llamado *Bilateral Research Consultation Group (BRCG)*, entre Ottawa y Washington. Es grupo dentro de sus conclusiones afirma que la "lluvia ácida" en Norteamérica es un problema serio, y que de no poner atajo a esta situación se producirá la acidez irreversible en distintos ecosistemas. Estas iniciativas darían origen luego de años de investigación y negociaciones conjuntas al *1991 Canada-United States Air Quality Agreement*, fue firmado por ambos países en Ottawa, Ontario, el 13 de marzo de 1991, con el objetivo de hacer frente a la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia que lleva a la "lluvia ácida". Ambos países acordaron reducir las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NOx), los precursores primarios de la "lluvia ácida", y para trabajar juntos en la cooperación científica y técnica. Este régimen bilateral al igual que el de la CLRTAP, ha intentado ampliar sus objetivos, y con tal fin en diciembre de 2000 se elabora un anexo sobre Ozono, con el objetivo de hacer frente a la contaminación atmosférica transfronteriza que eleva los niveles de ozono a nivel del suelo, un componente principal del smog. El objetivo a largo plazo del anexo de ozono es el logro de los estándares de calidad de aire de ozono en ambos países. En el anexo sobre Ozono ambos países se comprometen a reducir sus emisiones de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, los contaminantes precursores de ozono troposférico.

atmosférico, y el primero que logra aglutinar a países del Este y Oeste.

El régimen de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza de gran distancia de 1979, desde la suscripción de la Convención en 1979 ha sufrido importantes cambios estratégicos, como origen o consecuencia de un desarrollo no siempre fácil.

Si revisamos su avance en el tiempo, la primera estrategia utilizada se enmarca dentro de la llamada “primera generación de protocolos”, la que se basó en la llamada “*flat-rate reducción*” sobre las emisiones de contaminantes (óxidos de azufre y de nitrógeno), que consiste en aplicar los mismos valores de reducción a todas las Partes. En los años 90 comienza la “segunda generación de protocolos”, donde entre otros se destacan el Protocolo a la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica a larga distancia, sobre reducciones adicionales de las emisiones de azufre, Protocolo de 14 de junio de 1994 en Oslo⁸ (segundo Protocolo de azufre), y el Protocolo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera: Protocolo de 30 de noviembre de 1999 en Gotemburgo⁹ (Protocolo multicontaminante/multiefecto) (Ver Anexo I del trabajo). La estrategia utilizada en esta segunda etapa se basa en la aplicación de las llamadas “*critical load*”, donde se utilizan tasas de reducción particulares para cada Estado Parte de acuerdo a sus propias cargas críticas de emisión, es decir, respecto de los efectos que la naturaleza puede soportar, asumiendo los costos efectivos para el cumplimiento.

Como veremos durante el desarrollo de este trabajo, este régimen ha concitado diversos trabajos para evaluar su éxito. Como resultado, se han planteado diversos cuestionamientos respecto de su efectividad directa en la disminución de las emisiones de contaminantes.

Si bien es indiscutible que las tasas de emisiones de los contaminantes incluidos en el régimen, presentan como mínimo una tendencia a la baja y en otros disminuciones considerables con tasas superiores a las acordadas, lo que si se presenta debate, es qué grado de influencia han tenido factores externos de índole económico o político, como el cambio de matriz energética, el desarrollo científico tecnológico, o incluso algunas crisis energéticas. Al respecto, cabe aclarar que nuestro trabajo no se

⁸ BOE núm. 150, de 24 de junio de 1998.

⁹ BOE núm. 87, de 12 de abril de 2005.

enfoca en este sentido, por lo que no indagaremos sobre este tipo de análisis, pues se requiere de herramientas que escapan al campo teórico en el cual se ha enmarcado nuestro trabajo, aunque de igual modo presentaremos algunos de estos cuestionamientos pues los consideramos válidos y científicamente pertinentes.

Mi formación básica unida al haber vivido en dos de las ciudades con mayor contaminación atmosférica del mundo, Santiago de Chile y Ciudad de México, han provocado un interés particular en éste fenómeno, el cual he ido desarrollando el tiempo, e intentando focalizarlo desde distintas áreas del conocimiento: la química o fisicoquímica, la sociología, por último, desde el derecho internacional público.

En nuestro trabajo nos hemos trazado tres objetivos, siendo el primero, realizar un trabajo que presentara la estrecha relación entre las ciencias básicas y el derecho, y que mostrara a la atmósfera terrestre – capa gaseosa que rodea la tierra, vital para la existencia de vida -, desde ambos enfoques. Para tal fin elegimos un régimen ambiental, el cual ostenta como una de sus principales características la estrecha relación existente entre la ciencia, la tecnología y el derecho, logrando un desarrollo no solo en el tiempo - con más de 30 años de existencia -, sino también con ocho protocolos en vigor.

Al respecto cabe destacar lo señalado por MUNTUN, *et. al.*¹⁰, quienes destacan del régimen de la CLRTAP: *“Indeed, CLRTAP's success in enhancing cooperation, bestowing authority, and facilitating learning is perhaps unique among international environmental regimes”*. Pese a críticas y cuestionamientos, que a lo largo del tiempo, ha provocado el análisis de este régimen medioambiental, en general los estudiosos han destacado la estrecha relación entre los científicos y los gestores y elaboradores de las políticas como un factor de éxito, un par dicotómico ciencia-política que ha perdurado.

Un segundo objetivo en la misma línea, es poner de manifiesto la relevancia e incidencia que tiene la atmósfera sobre la vida y calidad de la misma. Asimismo, que no se puede entender como un espacio compartimentado o aislado, no solamente en el ámbito fisicoquímico – con imposibilidad de clausura, múltiples

¹⁰ Vid. MUNTUN, D., SOROOS, M., NIKITINA, E.; LEVY, M.A. (1999), “Acid Rain in Europe and North America”, en YOUNG, O.R. (Ed.) (1999), *The Effectiveness of International Environmental Regimes, Causal connections and behavioural mechanism*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, p. 235.

variables interactuando, sinergia de distinto tipo, mezcla de contaminantes, etc. -, sino también, en el ámbito geopolítico y del derecho.

En este sentido los efectos que producen los contaminantes atmosféricos como el cambio climático no conoce de límites o fronteras políticamente diseñadas, sean estas: locales, nacionales o regionales. Una emisión local puede tener consecuencias globales, así como actividades globales pueden tener consecuencias locales. Esta idea es la que hay que tener presente cuando nos enfrentamos a la problemática que actualmente se presenta a nivel atmosférico.

De lo anterior, surge nuestro tercer objetivo, exponer la necesidad de asumir su cuidado y preservación desde un marco supra estatal, aspirando a un acuerdo internacional ambiental atmosférico que logre integrar las distintas problemáticas que la deterioran¹¹, o la utilización de mecanismos eficaces de gestión integrada.

Al respecto cabe detenernos en la situación que se produce entre la política aplicada por la Unión Europea respecto de la contaminación atmosférica, y la CLRTAP. La primera desde la década de 1990 ha otorgado un importante impulso, con iniciativas como la Directiva de calidad del aire de 1996¹², la presentación de la estrategia contra la acidificación en 1997, la Directiva sobre techos nacionales de emisión del 2001¹³, el programa *Clean Air for Europe 2001* (CAFE), etc. Si revisamos las políticas y estrategias de ambos, podemos encontrar muchas semejanzas¹⁴, pero también diferencias, ya sea en el plano organizacional y como estructural. En definitiva, frente a una problemática particular existen distintas instituciones

¹¹ Existen tres convenios internacionales surgidos de cumbres o conferencias internacionales, cada uno enfocado a una problemática específica. La Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979 (hecho en Ginebra el 13 de noviembre de 1979 (BOE núm. 59/1983, de 10 de marzo de 1983), el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono de 1985 (Viena el 22 de marzo de 1985 (BOE núm. 2275, de 16 de noviembre de 1988), y la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático realizada en 1992 (Nueva York, 9 de mayo de 1992 (31 ILM. 849, 1992); (BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994); con sus correspondientes protocolos, enmiendas o modificaciones. De los tres convenios internacionales auspiciados por Naciones Unidas, los dos últimos - capa de ozono y cambio climático - congregan con mayores o menores compromisos a la gran mayoría de los países de Globo.

¹² Directiva 96/62/CE del Consejo de 27 de septiembre de 1996 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente. (DO L 296 de 21.11.1996).

¹³ Directiva 2001/80/CE relativa a la limitación de las emisiones de contaminantes a la atmósfera de grandes instalaciones de combustión (DO L 309 de 27.11.2001).

¹⁴ Cabe destacar que las políticas aplicadas por la Unión Europea, son más “duras” y restrictivas – sus estándares son más restrictivos – que los acuerdos que conforman la CLRTAP, asumiendo además, que las primeras cuentan con un carácter vinculante.

gestionando, lo que problematiza y entorpece en muchos casos el lograr acuerdos, esto sin contar con las políticas y organismos que gestionan la problemática del cambio climático.

Dentro de este marco, y como ejemplo de situaciones contradictorias que se presentan en el ámbito atmosférico, es la que dice relación con la regulación de los compuestos hidrofouorocarbonados y los hidroclofouorocarbonados, pues si nos remitimos al Protocolo de Montreal¹⁵, este instrumento internacional consideró y promovió la utilización de los primeros como una alternativa a los segundos, a los cuales se limita su utilización entregando plazos para su eliminación¹⁶. Por su parte, el Protocolo de Kyoto¹⁷ limitó el uso de los hidrofouorocarbonos como gases de efecto invernadero, y en cambio inicialmente los hidroclofouorocarbonos no sufrieron limitación. Como se aprecia, esta es una muestra clara de la necesidad de contar con un mecanismo que logre coordinar de la mejor manera los distintos acuerdos multilaterales ambientales atmosféricos.

En lo que atañe a la estructura de nuestro trabajo, este consta de tres Capítulos finalizando con las conclusiones extraídas como resultado del trabajo.

En nuestro Capítulo I revisaremos la formación, evolución y estructura de la atmósfera, conociendo algunos de los elementos más importantes y determinantes en su comportamiento, las variables que los condicionan, y las interacciones que se producen entre ellos. Asimismo, revisaremos como incide esta atmósfera “alterada” en fenómenos como el clima, en la flora y en la fauna, o los fenómenos que provoca como acidificación y eutrofización, o la “lluvia ácida”. Además, conoceremos su incidencia en la salud humana, y los impactos sociales, políticos y económicos que la contaminación atmosférica provoca.

En el Capítulo II, denominado el derecho internacional como instrumento para la protección de la atmósfera, revisaremos el concepto de medio ambiente como bien jurídico, y el concepto y naturaleza jurídica de la atmósfera y de su contaminación. Asimismo, abordaremos la dimensión internacional de la protección

¹⁵ Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, hecho en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989).

¹⁶ Decisión 19/6 de la Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal, Doc. UNEP/OzL.Pro. 19/7. 21 de septiembre de 2007.

¹⁷ Protocolo de Kyoto de 1997, de 11 de diciembre de 1997 (BOE núm. 33, de 8 de febrero de 2005).

del medio ambiente deteniéndonos muy especialmente en los Principios generales de derecho internacional del medio ambiente.

Como nuestro trabajo está enfocado a revisar un régimen medioambiental nos vemos en la necesidad de abordar los instrumentos internacionales en la protección de la atmósfera, su idoneidad frente a la protección de la atmósfera, en donde nos detendremos en el concepto de régimen ambiental, en la estructura institucional de los tratados multilaterales internacional, su funcionamiento e interacciones entre estas. Del mismo modo tocaremos los mecanismos de control y cumplimiento de acuerdos multilaterales ambientales, resolución de controversias, la eficacia de los regímenes internacionales medioambientales, el concepto de gobernanza, entre otras cosas.

Por último, nos detendremos en los dos regímenes jurídicos de protección de la atmósfera, de mayor relevancia, aparte de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979: el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y Protocolo de Montreal, y la Convención marco de cambio climático y Protocolo de Kyoto.

Llegamos a este punto, con una visión global de la problemática que significa la contaminación atmosférica, y la “lluvia ácida” en particular, sus efectos sobre los distintos medios con los cuales interacciona, y muy especialmente, sus efectos sobre el ser humano, como también, del ámbito pertinente del derecho internacional público, encaramos el tercer y último capítulo, que constituye el objeto central de la tesis, con el objetivo de realizar un análisis detallado tanto de la Convención como de los ocho protocolos que conforman este régimen.

Iniciamos el capítulo con un primer apartado, de un total de tres, dedicado a mencionar los antecedentes sobre la elaboración de la Convención, realizando una revisión de los hechos y circunstancias previas a la Convención, y cómo se ha ido desarrollando durante estos más de treinta de años de vida del régimen, destacando las que a nuestro juicio son las transformaciones más relevantes. Asimismo, destacaremos los aspectos institucionales, organización y estructura, tanto de la Convención, como de sus ocho protocolos.

El segundo apartado está dedicado a los protocolos adicionales y su función en el ámbito del control de emisiones de contaminantes. Revisaremos los

distintos aspectos característicos de estos instrumentos multilaterales, con la descripción de cada uno, avanzando en el tiempo y destacando las transformaciones que se aprecian en los 21 años que separan al primero del último. Asimismo, destacaremos en un comienzo la importancia del primer protocolo: Protocolo relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP), Ginebra, 28 septiembre 1984¹⁸, como un instrumento clave en el desarrollo y funcionamiento del régimen, y continuando con transformaciones tan relevantes como la introducción de medidas de carácter vinculante, del concepto de “carga crítica”, o el cambio de enfoque aplicado con la elaboración del último protocolo, Protocolo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera: Protocolo de 30 de noviembre de 1999 en Gotemburgo¹⁹, que difiere de los anteriores en que va dirigido al control de problemáticas, como lo son: la acidificación, eutrofización y contaminación de ozono troposférico, intentado controlar los contaminantes atmosféricos que inciden directa o indirectamente, en el origen de estos fenómenos, razón por la que se le ha llegado a denominar Protocolo multicontaminante/multiefecto.

Continuaremos este segundo apartado con la revisión de los mecanismos de control de cumplimiento y de solución de controversias, diseñados por el régimen, pudiendo apreciar cambios implementados a medida que se elaboran los distintos protocolos. Asimismo, nos detendremos en los mecanismos utilizados para el intercambio de información, de asistencia científica y técnica entre las Partes, destacando el papel que desempeña el EMEP (*European Monitoring and Evaluation Programme*), como recolector y transmisor de información científica y técnica. Por último, abordaremos los mecanismos de asistencia financiera enfocados para dar soporte al EMEP para el desarrollo de sus centros y grupos de trabajo.

El tercer y último apartado de nuestro trabajo está integrado por tres subapartados, donde realizaremos un balance del régimen de la Convención. Iniciaremos esta revisión con los mecanismos utilizados por el régimen para la reducción de emisiones, los cuales van desde implementación de técnicas y

¹⁸ BOE núm. 42, de 18 de febrero de 1988.

¹⁹ BOE núm. 87, de 12 de abril de 2005.

procedimientos en los procesos e instalaciones, o la inclusión en los protocolos de anexos técnicos con conceptos como: *best available technology* (BAT) “carga crítica” o “valores límites de emisión” o los llamados Estándares de Calidad del Aire o “*Air Quality Standards*” (AQS), introducidos, por ejemplo, para el ozono troposférico en el Protocolo de Gotemburgo.

Asimismo, presentaremos dos de los programas más destacados dentro del marco de lo que el régimen de la Convención ha denominado “*Capacity building activities*”, destinada dotar de capacidad a nuevos países Partes de la Convención de con economías en transición, ubicados en Asia Central. Además entregaremos algunos resultados sobre estudios realizados por *Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution* (TFHTAP), dependiente de EMEP, con el objetivo de ampliar los conocimientos sobre el fenómeno de transporte hemisférico de ozono (O₃), partículas (PM), mercurio (Hg), y contaminantes orgánicos persistentes.

Para finalizar, realizaremos un balance de los resultados en la reducción de emisiones de los distintos contaminantes que abarca el régimen. La evidencia entregada por los datos sobre la disminución de emisiones fundamentalmente de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, en el Hemisferio Norte son irrefutables. Del mismo modo, los Estados Parte de la Convención han liderado en gran medida estas disminuciones.

Ahora bien, todos estos resultados si bien dotan de un importante aval al régimen, no es menos cierto que durante estos últimos 35 años se han producidos, importantes hechos externos al régimen que han provocado drásticos cambios, por ejemplo, en la matriz energética de muchos países, transformaciones tecnológicas, o simplemente sensibilización por parte de la sociedad civil y clase política, entre otros fenómenos. Por lo anterior, consideramos necesario finalizar nuestro trabajo situando al régimen de la Convención de Ginebra de 1979 dentro de este contexto, sin la pretensión de concluir certeramente el grado de influencia de todos estos hechos en el éxito o eficacia del régimen.

Para finalizar, desarrollaremos las conclusiones extraídas del trabajo.

CAPÍTULO I
LA ATMÓSFERA. UNA APROXIMACIÓN
PARA SU CONOCIMIENTO Y EL DE LAS PROBLEMÁTICAS QUE PRESENTA

Comenzamos nuestro trabajo con un primer Capítulo destinado a conocer a la atmósfera desde la perspectiva de las ciencias básicas, fundamentalmente desde la física y la química. Asimismo, revisaremos los impactos sociales, políticos y económicos originados por la contaminación atmosférica.

Para tales efectos hemos decidido desarrollar un esquema que divide al capítulo en tres grandes bloques. El primero de estos se inicia con el estudio de los procesos que dieron origen a su formación y evolución de la atmósfera, como también en su estructura. Posteriormente revisaremos la radiación solar como fuente de energía fundamental para la vida, y concluiremos esta primera parte, con el clima y su incidencia en el medio ambiente.

El Sol es nuestra fuente de energía y la responsable de que exista vida tal y como la hemos conocido en nuestro planeta, por esta razón introducimos un apartado para conocer algunos de los procesos de transformación que sufre la energía solar de manera de ser aprovechada o asimilada por los distintos organismos y procesos.

En la atmósfera se desarrollan numerosos procesos, siendo uno de los más importantes por su envergadura e incidencia en los ecosistemas el clima, en este apartado conoceremos, cómo este macro proceso se desarrolla, cuales son algunos de los factores que inciden en el y fundamentalmente, apreciaremos la fragilidad de su equilibrio.

La segunda parte de este capítulo estará enfocada en la química y las interacciones que se presentan en la atmósfera, revisando su composición y algunos de los ciclos más importantes que se presentan en el aire y sus componentes, como: el ciclo hidrológico, el ciclo del carbono, el ciclo del oxígeno, el ciclo del nitrógeno, etc. Asimismo, revisaremos los contaminantes ambientales involucrados en la contaminación atmosférica. En este punto, con un conocimiento básico de la atmósfera, nos adentraremos de lleno en su contaminación, para tal efecto, comenzaremos revisando algunos de los contaminantes ambientales involucrados en la contaminación atmosférica, y abordaremos en forma particular la química de la

troposfera, capa atmosférica donde se desarrolla la vida, donde respiramos, y en la cual están presentes contaminantes de estructura simples como el ozono troposférico, el dióxido de carbono, el metano, etc., o más complejas como: contaminantes orgánicos persistentes o los compuestos orgánicos volátiles. Asimismo, revisaremos los clorofluorocarbonos, que si bien no actúan en esta capa atmosférica, se generan en ella. Además revisaremos las partículas en suspensión que no son un compuesto químico en su estructura básica, pero sobre estas se desarrollan procesos químicos. Del mismo modo, brevemente revisaremos el vapor de agua, que si bien no es un contaminante, al mezclarse con contaminantes ácidos forma la “lluvia ácida”.

De igual modo revisaremos la capa superior de la atmósfera denominada estratosfera, donde se encuentra el gas ozono, cumpliendo una función clave en el desarrollo de la vida, asimismo, repasaremos la destrucción de la capa de ozono y los compuestos que participan en este fenómeno.

Por último, dentro de este segundo bloque abordaremos los fenómenos denominados acidificación y eutrofización, los cuales son originados como consecuencia de la contaminación, y que son el foco principal del régimen medioambiental en el cual trabajamos. Pues cabe recordar que el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979, nace inicialmente para dar solución a los problemas de acidificación que se evidencian fundamentalmente en los lagos escandinavos.

El tercer bloque última parte de este capítulo estará destinado a conocer los impactos sociales, políticos y económicos de la contaminación atmosférica, las implicancias en el desarrollo social, económico y político, su incidencia en la salud, y por último, como afecta sobre la naturaleza, flora y fauna.

1. Formación, evolución y estructura de la atmósfera

La evolución de la atmósfera tiene directa relación con la sufrida por la Tierra desde su formación. Hace algo más de 4.500 millones de años, la Tierra era una masa rocosa cuya temperatura presentaba elevados valores. Como consecuencia de su proceso evolutivo, la temperatura descendió lo que favoreció la formación de una corteza seca y sólida, acumulando en capas inferiores agua (H₂O), y por medio de la evaporación de gases, por encima de la corteza terrestre se formó la atmósfera.

Se cree que la atmósfera en una primera etapa estaba constituía principalmente por una mezcla gaseosa de: dióxido de carbono (CO₂), nitrógeno (N₂), y vapor de agua (H₂O), y otros gases en concentraciones inferiores a nivel de trazas, como hidrógeno (H₂) y aquellos constitutivos de la erupción de volcanes, por ejemplos, compuestos derivados del azufre (S₂) como el dióxido de azufre (SO₂).

Dentro de este proceso de transformación, las erupciones volcánicas jugaron un papel fundamental en su formación, pues sus frecuentes emanaciones de vapor de agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre, nitrógeno, y oxígeno (O₂) - este último presente en concentraciones muy bajas -; expulsaron del interior de la Tierra los elementos y compuestos que posteriormente formarían parte de la misma.

Por otra parte, procesos como la condensación²⁰ del vapor de agua de origen volcánico unida a las reacciones químicas entre el dióxido de carbono y las rocas de la corteza terrestre formaron carbonatos²¹, dando lugar al origen de los océanos.

Con el desarrollo de la vida primitiva, el proceso de fotosíntesis²² comenzó a producir oxígeno, gas que participa en la gran mayoría de los procesos y reacciones que se desarrollan en fase gaseosa, y que es fundamental para la vida y el desarrollo de la misma. A medida que aumenta la actividad fotosintética, se eleva la concentración de oxígeno, produciéndose un desarrollo y evolución de la vida dando lugar a más vida, consecuentemente la composición de la atmósfera fue cambiando.

²⁰ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), *Química Física*. (8ª Edición), Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana S.A. pp. 121-131. Proceso físico mediante el cual existe un cambio de estado de fase gaseosa a líquida, donde intervienen variables como la presión y temperatura. En general, para una sustancia simple, el único tipo de equilibrio que puede encontrarse es el físico y la coexistencia entre sus fases, en estas condiciones ideales no existen interacciones químicas. Es así como una sustancia pura puede encontrarse en fase sólida, líquida o gaseosa. Estar vaporizándose (pasar del estado líquido al vapor) o condensarse (pasar del estado vapor al líquido). Puede fusionarse (pasar del estado sólido al líquido) o cristalizarse (pasar del estado líquido al sólido) y puede sublimarse (pasar del estado sólido al gaseoso).

²¹ Gran parte de estos carbonatos formados fueron disueltos por los océanos.

²² Vid. SMITH, R.L.; SMITH, T.M. (2005), *Ecología*. (4ª Edición), España: Pearson Addison Wesley, p.24. La fotosíntesis es un proceso natural desarrollado por organismos que contienen clorofila -pigmento de color verde que absorbe energía a partir de la energía luminosa-, y que requieren de la luz solar para la realización de una serie de reacciones fotoquímicas que transforman el dióxido de carbono en oxígeno y azúcares simples (por ejemplo glucosa). La importancia de la fotosíntesis es radical, pues no solamente produce los compuestos orgánicos, sino también genera el oxígeno que respiramos.



donde la energía está expresada en kilo Joule (kJ)

Ahora bien, con el aumento de la concentración de oxígeno en la atmósfera, se produce una transformación relevante en su propiedad óxido-reductora²³, se pasa de una atmósfera reductora a una altamente oxidante²⁴. Se estima que los niveles de concentración de oxígeno son resultado un incremento que lleva alrededor de 400 millones de años²⁵ de desarrollo. Cabe señalar que los actuales niveles de oxígeno en la atmósfera se mantienen en equilibrio debido a que el generado por medio de la fotosíntesis, es consumido por la respiración y por la descomposición de carbono orgánico. En caso que la reposición del oxígeno por parte de la fotosíntesis no sea la suficiente, puede ser generado también por medio de un proceso oxidativo del carbono orgánico que se encuentra en reservorios²⁶, proceso que puede tardar unos 20 años, período durante el cual, la concentración de oxígeno puede decaer en un 1%²⁷. Por otra parte, en la eventualidad de carencia de carbono orgánico que se oxide, por medio de la erosión de las rocas sedimentarias es posible consumir oxígeno (O₂) presente en la atmósfera, proceso que puede tardar alrededor de 4 millones años²⁸.

Todas estas transformaciones fueron provocando cambios fundamentales en el desarrollo de la vida tal como la conocemos en la actualidad.

Estudios realizados simultáneamente por químicos como A. Lavoisier, J. Priestley, H. Cavendish, y otros, en el siglo XVIII, lograron aislar el oxígeno presente en el aire, permitiendo concluir que el aire estaba formado principalmente por oxígeno y

²³ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), p. 216. En términos simples, podemos decir que la oxidación se caracteriza por la pérdida de electrones por una sustancia, y la reducción por la ganancia de electrones. De este modo las reacciones de óxido reducción conocidas comúnmente como reacciones "redox", son reacciones en las que existe una transferencia de electrones de una sustancia a otra. El agente reductor será aquella sustancia "dadora" de electrones, y el agente oxidante aquella sustancia "receptora" de los electrones que se encuentran en juego.

²⁴ *Ibidem.*, p. 216, El oxígeno es reconocido entre otras cosas por ser un agente oxidante, esto significa que tiende a captar electrones, quedando con un estado de oxidación inferior al que tenía, esta situación hace que sea altamente reactivo, y participe en numerosas reacciones.

²⁵ Vid. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (1998), *Atmospheric Chemistry and Physics*. New York: John Willey & Sons, p. 1. En donde alude a la publicación de CLOUD, P.E. (1983), "The biosphere". *Scientific American*, v. 249, no. 3, p. 176-189, donde se refiere al aumento en la concentración de oxígeno en la atmósfera.

²⁶ Vid. SMITH, R.L.; SMITH, T.M. (2005), p. 388. Los autores definen los reservorios como «[...]componentes principales de los ecosistemas...reservas». Acotando, asimismo, la existencia de intercambios entre *estos y señalan que* «Un intercambio entre dos reservorios constituye un flujo».

²⁷ Vid. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), *Atmospheric Chemistry and Physics*. (2nd Ed.), Hoboken, N.J.: John Willeypp. 2, citando el trabajo de WALKER, J.C.G. (1977), *Evolution of the Atmosphere*, MacMillan, New York, en donde entrega estimaciones sobre el porcentaje de decaimiento del oxígeno.

²⁸ *Ibidem*, p. 6.

nitrógeno, en distintas proporciones, uno a cuatro respectivamente; como también, elaborar un detallado análisis de su composición²⁹.

A medida que los métodos e instrumentos de análisis se fueron perfeccionando, se pudo entregar una composición de mayor detalle, y constatar que la atmósfera es una mezcla de distintos gases; que no reaccionan entre si; que presenta una coloración tenuemente azul, sin olor ni sabor. Es así como ya en el siglo XIX, se entregaron los componentes y porcentajes presentes en la atmósfera³⁰, presentando el nitrógeno una mayor presencia con aproximadamente 78%, 21% de oxígeno, 0,9 de argón (Ar), y trazas de gases nobles³¹. Asimismo, se encuentran diminutas partículas en suspensión, presentando distintas composiciones y densidades.

De lo anterior, se deduce que la atmósfera se presenta como una mezcla de gases, vapor de agua y de líquidos orgánicos, y pequeñas partículas de radios muy reducidos; permaneciendo todos estos en suspensión, y variando su fase dependiendo de la temperatura, esto significa que si un gas se encuentra por sobre su temperatura de condensación permanecerá en fase gaseosa, en caso de encontrarse bajo esta temperatura, el gas cambiará de fase de gaseosa a líquida.

Cabe notar, que la concentración del vapor de agua³², puede fluctuar de prácticamente cero hasta condiciones de saturación, pudiendo hacer variar el peso de

²⁹ Vid. GIL, A.; OLCINA CANTOS, J. (1999), *Climatología Básica. España: Ariel, S.A.* pp. 43-45; SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), pp. 2-4. Todos estos cruciales descubrimientos para la química atmosférica, se desarrollan en el último cuarto del siglo XVIII. Es así como en 1774 Priestley logra aislar el oxígeno; en 1781 Lavoisier y Scheele, demuestran la variedad y complejidad del aire entregando componentes y proporciones.; por su parte el trabajo de Cavendish que realiza en 1783, entrega un análisis detallado de la variedad de componentes y sus relaciones proporcionales entre los mismos; por último, en 1787 A. de Martí y Marques informan en su Memoria presentada a la Real Academia de Ciencias y Arte de Barcelona el valor porcentual del oxígeno presente en el aire, que asciende al 21%.

³⁰ Vid. GIL, A.; OLCINA CANTOS, J. (1999), p. 43. Los datos obtenidos corresponden a porcentajes medidos a nivel de superficie terrestre.

³¹ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), pp. 9-14. Los gases nobles o también llamados gases inertes, son químicamente inertes lo que significa que no reaccionan con otros elementos, ni siquiera reaccionan entre ellos mismos, a excepción de los pesados –con alto peso molecular- como el xenón que en condiciones especiales pueden formar algún compuesto con elementos químicos muy reactivos como por ejemplo el oxígeno y/o el flúor. En condiciones normales se presentan siempre en estado gaseoso. Estos son: helio (He) - neón (Ne) - argón (Ar) - kriptón (Kr) - xenón (Xe) - radón (Rn).

³² Vid. BOUBEL, R.W., et. al. (1994), *Fundamental of air pollution*. (3th Edition), USA: Elsevier, pp. 20-22. Como señala el autor, conocer la composición química de la atmósfera descontaminada es imposible, tomando en cuenta, las variaciones que esta ha sufrido por acción antropogénica y la Vida en general. Asimismo, es necesario considerar la proporción de los componentes en ambiente con ausencia de agua

un gas entre 0 y 4%. En las Tablas Nº 1 y Tabla Nº 2, se muestra la composición de la atmósfera seca y húmeda.

Tabla Nº 1
Gases presentes suponiendo atmósfera limpia y en ausencia de vapor de agua.

	ppm* (vol.)**	µg/m ³ ***
Nitrógeno	780,000	8.95* 10 ⁸
Oxígeno	209,400	2.74* 10 ⁸
Agua	-	-
Argón	9,300	1.52* 10 ⁷
Dióxido de Carbono	315	5.67* 10 ⁵
Neón	18	1.49* 10 ⁴
Helio	5.2	8.50* 10 ²
Metano	1.0-1.2	6.56- 7.87* 10 ²
Criptón	1.0	3.43* 10 ³
Óxido Nitroso	0.5	9.00* 10 ²
Hidrógeno	0.5	4.13* 10 ³
Xenón	0.08	4.29* 10 ²
Vapores Orgánicos	ca. 0.02	-

Fuentes: BOUBEL, R.W., *et. al.* (1994).

* ppm es una unidad de masa, significa partes por millón.

1 ppm corresponde a 1 µg/g, 1 mg/kg o (en el caso del agua) 1 mg/L

** se expresa ppm por volumen

*** µg**/m³: unidades que muestran concentración, microgramo por metro cúbico de aire a 25°C y 760 mmHg

Tabla Nº 2
Gases presentes suponiendo atmósfera limpia y en presencia de vapor de agua.

	ppm (vol.)	µg/m ³
Nitrógeno	756,500	8.67* 10 ⁸
Oxígeno	202,900	2.65* 10 ⁸
Agua	31,200	2.30* 10 ⁷
Argón	9,000	1.47* 10 ⁷
Dióxido de Carbono	3305	5.49* 10 ⁵
Neón	17,4	1.44* 10 ⁴
Helio	5.0	8.25* 10 ²
Metano	0.97- 1.16	6.35- 7.63* 10 ²
Criptón	0.97	3.32* 10 ³
Óxido Nitroso	0.49	8.73* 10 ²
Hidrógeno	0.49	4.00* 10 ¹
Xenón	0.08	4.17* 10 ²
Vapores Orgánicos	ca. 0.02	-

Fuentes: BOUBEL, R.W., *et. al.* (1994).

De acuerdo a su estructura térmica, la atmósfera puede ser dividida en capas o estratos esféricos concéntricos, los que se encuentran separados por estrechas zonas de transición, siendo la más cercana, la troposfera seguida de la tropopausa, la estratosfera, la estratopausa, la mesosfera, la mesopausa y la más lejana, la termosfera. Los espesores o alturas de las capas atmosféricas pueden presentar variaciones en el tiempo, la variable térmica es un factor altamente influyente en este sentido.

y con presencia de esta, ya que como se indicaba, el porcentaje de agua puede variar considerablemente, afectando la composición y química atmosférica.

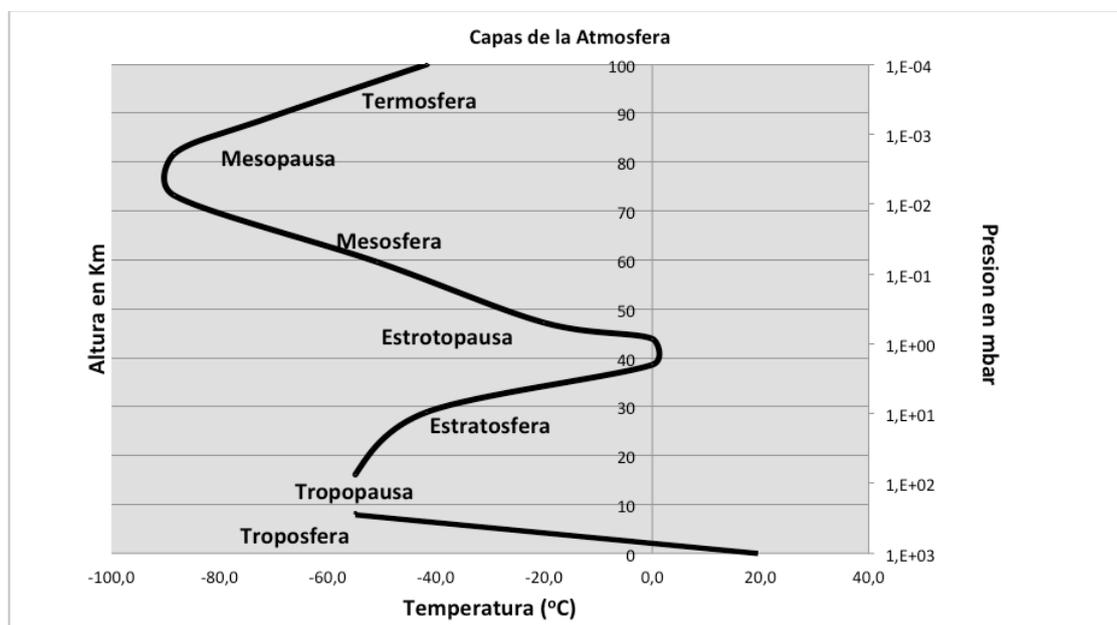
En la Figura N° 1 se presenta una gráfica de distancia, presión y temperatura; en la cual, nos permite apreciar gráficamente que a medida que nos alejamos de la superficie terrestre, dicho de otro modo, aumentamos la distancia vertical a esta, la presión atmosférica disminuye. Para el caso de la temperatura, en términos generales esta sufre una disminución a medida que aumenta la distancia respecto de la superficie terrestre con variaciones en las distintas capas atmosféricas, fenómeno que analizaremos en párrafos posteriores con mayor detenimiento. Cabe dejar constancia que tanto la presión como la temperatura atmosférica son variables que determinan en gran medida las características, condiciones y fenomenología de la atmósfera, debido a la determinante influencia que ambas variables presentan sobre la fisicoquímica atmosférica, la climatología, etc.

En la figura N°2 se aprecian dos curvas de temperatura versus altitud, donde se observa que la troposfera, capa que comprende desde la superficie de la Tierra hasta la tropopausa, presenta un grosor cercano a los 12 Km. altitud que puede fluctuar dependiendo de varios factores: la temperatura, las variaciones en la estación del año, etc. En términos muy generales podemos decir que la temperatura y la altitud presentan un comportamiento inversamente proporcional; dicho de otro modo, a medida que nos alejamos de la superficie terrestre, la temperatura disminuye rápidamente, mostrando irregularidades principalmente en los primeros 2.0 Km. Como consecuencia de su cercanía a la superficie de terrestre, en ella se presentan y originan los fenómenos climáticos; como también, presenta los niveles de contaminación más elevados y perjudiciales para los seres vivos y su entorno. Asimismo, es una capa con elevada turbulencia, altamente homogénea, en gran medida debido a los constantes movimientos verticales y horizontales.

La tropopausa es la capa que “separa” la troposfera y la estratosfera la que se origina por un fenómeno llamado inversión térmica³³.

³³ Vid. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (1998), pp. 262-263. La subsidencia de aire asociada a los grandes sistemas de alta presión crean una inversión pronunciada del perfil térmico normal. La subsidencia atmosférica se produce cuando se altera el flujo normal de aire hacia arriba en la atmósfera, conocida como convección atmosférica. Normalmente, el aire caliente de la superficie terrestre asciende y el aire de la parte superior de la atmósfera que presenta menor temperatura cae, con lo cual se crea una circulación natural que dispersa los contaminantes superficiales que presenta el aire. Una inversión se origina cuando las capas de aire de la atmósfera inferior son más frías que las superiores. La circulación natural de aire sufre una interrupción y tanto el aire superficial acumulado como los contaminantes del

Figura N° 1
Gráfica de distancia, presión y temperatura en la atmósfera



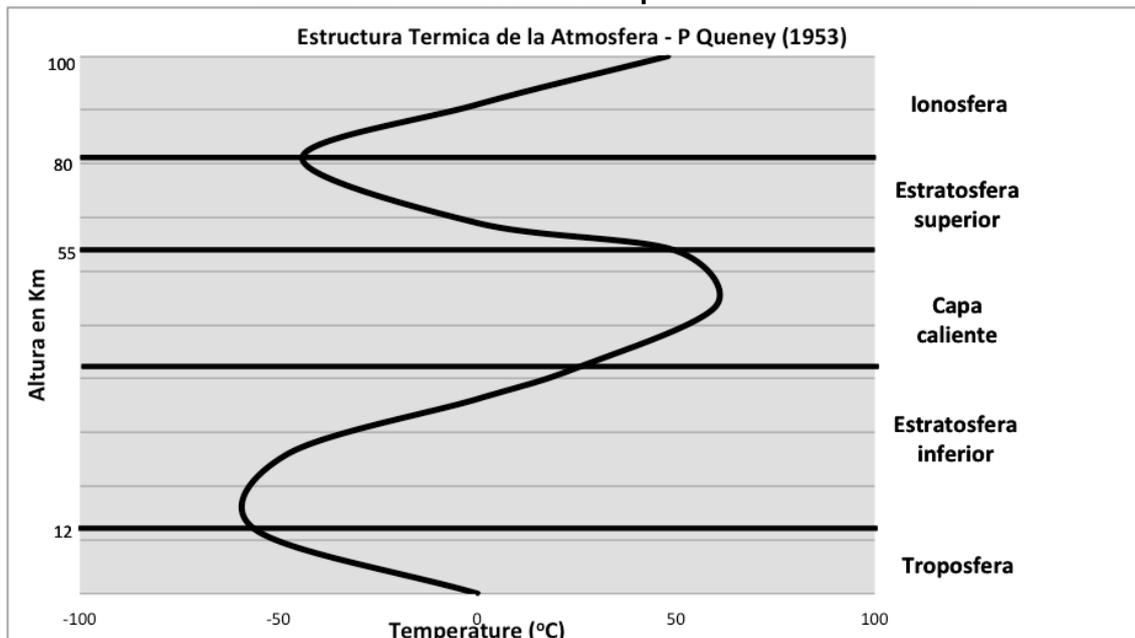
Fuentes: SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (1998), p. 7.

Aunque la troposfera representa solo un 10% de la atmósfera en altitud, en peso constituye un 80% como consecuencia de la presencia de la gran cantidad y variedad de elementos y compuestos. Como producto de la disminución de la temperatura con la altitud expresado como pendiente negativa de la curva, los fenómenos convectivos son frecuentes y permiten un flujo constante de energía con variadas velocidades de calentamiento y enfriamiento entre los polos y el ecuador, respectivamente. Por su parte, la pendiente positiva que presenta la temperatura en la estratosfera, provoca que las reacciones entre los gases presentes se desarrollen a velocidades muy inferiores³⁴.

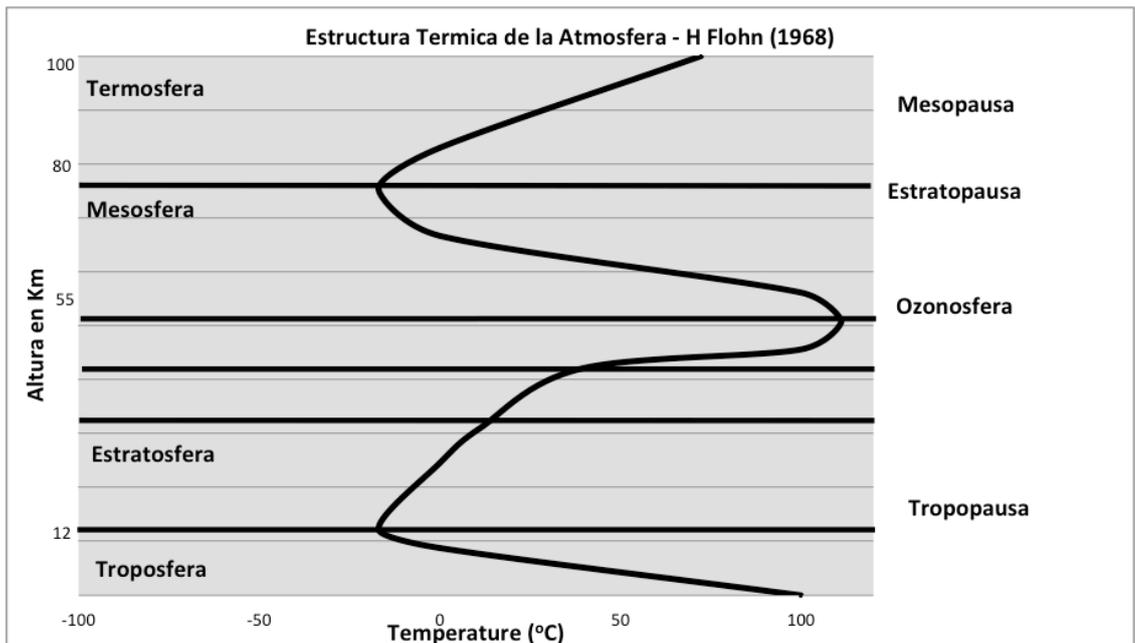
aire se concentran alrededor de sus fuentes, impidiéndose su dispersión, originando episodios de contaminación elevada de uno o varios contaminantes atmosféricos.

³⁴ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), p. 804 y ss. La temperatura - entre otras dos variables: presión y concentración - son variables determinantes en las velocidades de reacción, de acuerdo al Principio de *Le Chatelier*.

Figura N° 2.
Gráfica de altitud versus temperatura en la atmósfera



Fuentes: GIL, A.; OLCINA CANTOS, J. (1999), p. 46.



Fuentes: GIL, A.; OLCINA CANTOS, J. (1999), p. 46.

En la estratosfera, donde el rango de altitud aproximado fluctúa entre 17 y 55 Km., la temperatura aumenta con la altitud, por lo que esta capa es también llamada “capa caliente”. A diferencia de la troposfera existe una reducida turbulencia por lo que tiende a mantener una masa gaseosa poco homogénea. Se observa además, bajas concentraciones de dióxido de carbono y de vapor de agua, razón por la cual es poco frecuente la formación de nubes.

La mesosfera, situada entre los 60 y 85 Km de altitud aproximadamente, entre la estratopausa y la mesopausa, presenta un comportamiento térmico semejante al de la troposfera, disminuyendo con la altura.

Entre la estratopausa y la mesopausa se produce un descenso marcado en la temperatura, para producirse nuevamente un aumento térmico en la termosfera, capa que presenta altas temperaturas, a 600 Km se pueden alcanzar temperaturas cercanas a los 2000°C, como consecuencia de la absorción de energía de baja longitud de onda proveniente del sol que provoca la ionización de los átomos presentes: nitrógeno y oxígeno, fundamentalmente.

Si continuamos nuestro ascenso en la altitud, encontraremos la ionosfera, capa en donde los gases están disociados como átomos, originando un elevado nivel de partículas cargadas. Por último, encontramos la exosfera, en donde los gases cuentan con energía suficiente para vencer la energía gravitacional.

Al observar la estructura del perfil térmico de la atmósfera, esta variable determinante provoca una diferenciación en las características físicas de la misma. En presencia de una pendiente negativa se originarán circulación o movimientos de aire por convección, es decir, el aire caliente asciende hacia capas superiores, quedando el aire frío retenido en capas inferiores. Cuando se presenta una pendiente positiva, se mantiene una estabilidad respecto a los movimientos de convección, debido a que el aire frío se mantiene bajo el caliente. Cuando se produce una variación en la pendiente de negativa a positiva, se origina el fenómeno de inversión térmica, punto en el cual existe una gran estabilidad y diferenciación entre capas atmosféricas.

2. La radiación solar como fuente de energía

El Sol fuente de energía, luz y calor para la Tierra, aporta esta energía que no requiere de un medio material para propagarse, sus ondas pueden atravesar el espacio interplanetario e interestelar, y llegar a la Tierra. El Sol se encuentra a unos 150 millones de kilómetros de distancia, tiene forma esférica y está formado por una mezcla gaseosa en constante actividad debido a los elevados valores de presión y temperatura, en su superficie la temperatura es de 5.527°C. En estas condiciones de entorno, se

produce la fusión de dos núcleos de hidrógeno (H) que colisionan entre sí, formando helio (He), reacción de fusión nuclear con gran desprendimiento energético³⁵.

Como resultado del proceso de fusión nuclear para la formación del gas helio, el sol emite energía en forma de radiación electromagnética y materia³⁶. De toda la energía emitida solamente llega a la Tierra menos de dos milmillonésimas partes, por dos razones fundamentalmente, la distancia entre el Sol y la Tierra, y por el tamaño de esta última³⁷. Esta radiación electromagnética es mayoritariamente de longitudes de onda (λ) corta: rayos gama y rayos X, ultravioleta (UV), y en menor proporción, radiación infrarroja (IR).

Tabla Nº 3
Valores que caracterizan la radiación solar

		Longitud de Onda	Frecuencia	Energía (J=Joule)
Radio	Muy baja frecuencia	> 10 Km	< 30 KHz	< 1.99 e ⁻²⁹ J
	Onda larga	< 10 Km	> 30 KHz	> 1.99 e ⁻²⁹ J
	Onda media	< 650 m	> 650 KHz	> 4.31 e ⁻²⁸ J
	Onda corta	< 180 m	> 1.7 Mhz	> 1.13e ⁻²⁷ J
	Muy alta frecuencia	< 10 m	> 30 Mhz	> 2.05 e ⁻²⁶ J
	Ultra alta frecuencia	< 1 m	> 300 Mhz	> 1.99 e ⁻²⁵ J
Microondas		< 30 cm	> 1.0 Ghz	> 1.99 e ⁻²⁴ J
Infrarrojo	Lejano/submilimétrico	< 1mm	> 300 Ghz	> 199 e ⁻²⁴ J
	Medio	< 50 μ m	> 6.0 Thz	> 3.98 e ⁻²¹ J
	Cercano	< 2.5 μ m	> 120 Thz	> 79.2 e ⁻²¹ J
Luz Visible		< 780 nm	> 384 Thz	> 255 e ⁻²¹ J
Ultravioleta	Cercano	< 380 nm	> 789 Thz	> 523 e ⁻²¹ J
	Extremo	< 200 nm	> 1.5 Phz	> 993 e ⁻²¹ J
Rayo X		< 10 nm	> 30 Phz	> 19.9 e ⁻¹⁸ J
Rayos gama		< 10 pm	> 30 Ehz	> 19.9 e ⁻¹⁵ J

Fuentes: BOUBEL, R.W., et. al. (1994).

Esta tabla que complementa el esquema del espectro electromagnético, muestra claramente que cuando nos encontramos frente a una radiación de alta longitud de onda, la frecuencia es baja. Asimismo, a valores elevados de longitud de onda, los valores energéticos son menores.

³⁵ Vid. GIL, A.; OLCINA CANTOS, J. (1999), p. 50-51.

³⁶ *Ibidem.*, p. 50-51. Las Leyes de la mecánica clásica, que Newton formula en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* en 1687, asumen tres principios básicos y entre otras cosas, logra explicar la mayoría de los problemas planteados por la dinámica del movimiento de los cuerpos. Las tres Leyes se pueden resumir como: Primera Ley de Newton o principio de Inercia, Segunda Ley de Newton o Ley de Fuerza Tercera Ley de Newton o Ley de acción y reacción. Ahora bien, estas leyes son útiles, para movimientos de átomos o de partículas subatómicas. Pero no lograban explicar la dualidad entre "partícula" y "onda", condición que se presenta en el "mundo microscópico". La mecánica clásica logra predecir la trayectoria de una partícula, en donde tanto la posición como el momento se pueden definir en cada instante.

La física clásica entiende la luz como una radiación electromagnética compuesta de campo eléctrico y campo magnético, que "oscilan como una onda armónica que se propaga en el espacio vacío." Esta luz se propaga como una onda que presenta una velocidad constante. Las ondas electromagnéticas no necesitan un medio material para propagarse), presenta dos componentes, el campo eléctrico y el campo magnético, el primero actúa sobre las partículas cargadas; y el segundo, solamente sobre las partículas cargadas en movimiento.

³⁷ *Ibidem*, p. 51.

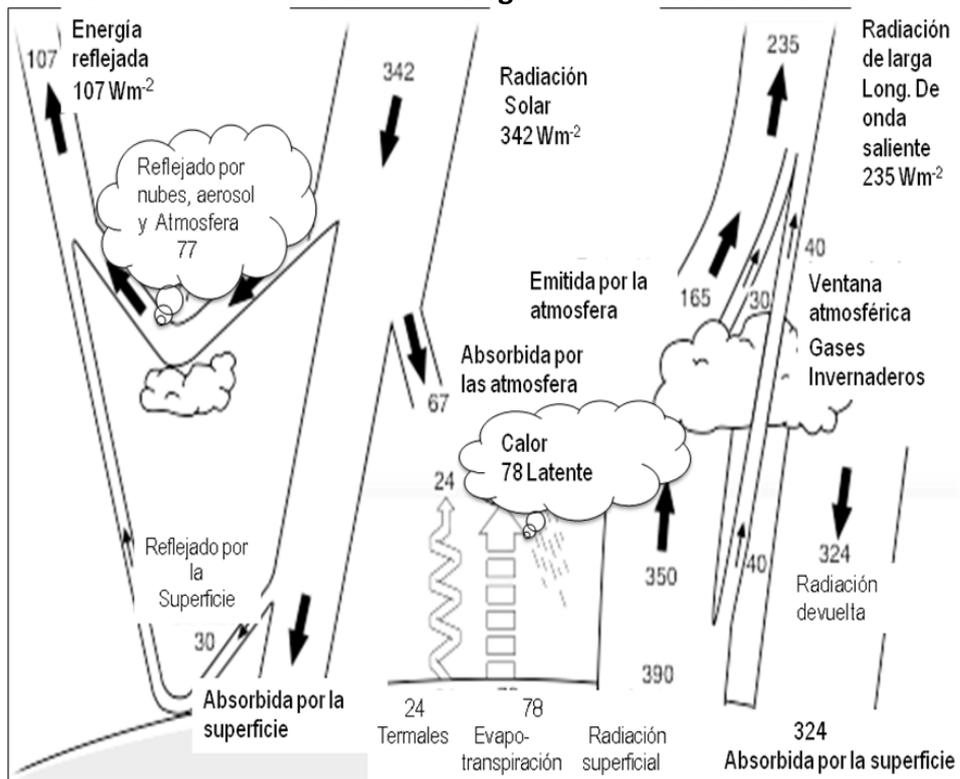
Será entonces la atmósfera la encargada de filtrar la energía solar que llega en forma de radiación electromagnética o luz, evitando que la radiación que es altamente energética, y que por lo tanto, es dañina para la vida, no logre superar sus barreras. La mecánica que utiliza la atmósfera para llevar a cabo esta labor, se basa fundamentalmente en reacciones fisicoquímicas que consumen energía.

La región visible del espectro, corresponde a la radiación que puede percibir la sensibilidad del ojo humano entre los valores de 400 nm $<\lambda < 700$ nm, en esta región se encuentran los colores: violeta (0,42 mm ó 420 nm), azul (0,48 mm), verde (0,52 mm), amarillo (0,57 mm), naranja (0,60 mm) y rojo (0,70 mm). La luz de color violeta es más energética que la luz de color rojo, porque tiene una longitud de onda (λ) más pequeña. La radiación con longitud de onda más corta que la correspondiente a la luz de color de violeta, es denominada radiación ultravioleta. La región del ultravioleta, presenta valores entre los 100 y los 400 nanómetros de Longitud de onda, y la región del infrarrojo entre los 700 y los 3000 nanómetros.

Si comparamos la región UV con la IR, veremos que la primera presenta valores menores de longitud de onda, lo que implicará valores energéticos superiores, razón por la cual, son de elevado peligro para la vida humana. A cada región le corresponde una fracción de la energía total incidente en la parte superior de la atmósfera distribuida así: 7% al ultravioleta; 47,3% al visible y 45,7% al infrarrojo. Las ondas que se encuentran en el intervalo de 0,25 μm a 4,0 μm se denominan espectro de onda corta, y pueden ser utilizadas para muchos propósitos, como aplicaciones de celdas solares y en el proceso de la fotosíntesis³⁸.

³⁸ Vid. GIL, A.; OLCINA CANTOS, J. (1999), pp. 51-55; SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), pp. 97-103.

Figura Nº 4
Estimación del balance de energía mundial anual de la Tierra



Fuentes: LE TREUT, H.R., *et. al.* (2007), "Historical overview of Climate Change", in IPCC, 2007b: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor; H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp. Citando a KIEHL, J.; TRENBERTH, K., (1997), "Earth's annual global mean energy budget". *Bulletin of the American Meteorological Society.*, 78, 197–206, Chapter 1, p. 96.

En la figura se entregan los valores de energía radiada por el sol, que ingresa a la atmósfera, y la irradiada por la Tierra, para evaluar los balances. Diremos que irradiancia es una magnitud que se utiliza para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. Por su parte, la emitancia es la energía radiante desde una unidad de área, ambos parámetros se miden Watts por unidad de área W m^{-2} .

En la Figura Nº 4 se muestra de manera clara y esquemática, como se desarrolla el proceso de ingreso de la radiación solar a la atmósfera y su balance energético. Si tomamos como referencia un año, la cantidad de radiación solar absorbida por la Tierra y la atmósfera logra un equilibrio con la liberada de radiación de onda larga saliente, aproximadamente la mitad de la radiación solar es absorbida por la superficie de la Tierra. Esta energía se transfiere a la atmósfera por el calentamiento del aire en contacto con la superficie (energía térmica), por la evapotranspiración y por la radiación absorbida por las nubes y los gases de efecto invernadero. La atmósfera, a su vez, irradia energía de longitud de onda larga devuelta a la Tierra, así como al espacio.

El balance térmico terrestre es determinado por un factor crítico llamado

albedo⁴⁰, su valor determina el porcentaje de radiación que es absorbida por el sistema Tierra-aire, su variación afecta directamente la temperatura global del sistema. Ahora bien, cabe tener en cuenta que por la geografía y topografía del planeta, la radiación solar reflejada es variable. De este modo, el albedo correspondiente a una superficie variará dependiendo del recubrimiento que presenta, es por esta razón que el cambio del uso del suelo, de bosques a una superficie para cultivos o cubierta de cemento o asfalto, origina una disminución del albedo, y por ende, en la temperatura del sistema.

La energía proveniente del sol es básicamente de onda corta, luego de su ingreso a la atmósfera y el paso por las distintas capas sufre un proceso de debilitamiento por la difusión, reflexión en las nubes⁴¹ y de absorción por las moléculas de los gases presentes. Al llegar a la superficie terrestre u oceánica, aquella porción de energía que no se absorbe, se refleja al exterior de la atmósfera en forma de radiación de onda larga, transmitiendo así calor a la atmósfera. Cerca del 30 % de la energía es reflejada de modo inmediato al espacio. El resto de energía se absorbe por la atmósfera y por la superficie terrestre⁴².

Aunque la radiación solar es continua, la temperatura se mantiene constante⁴³. Para mantener este equilibrio la Tierra actúa como cuerpo negro⁴⁴ con

⁴⁰ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), *Química Medioambiental*. (2ª edición), Madrid: Pearson Educación S.A., pp. 152-154. Los océanos presentan un menor valor de albedo, son más oscuras, y constituyen aproximadamente el 70% de la superficie terrestre. Los valores que presentan fluctúan entre 6-10% a 15-20%, en latitudes más bajas a aquellas que se encuentran cercanas a los polos, respectivamente. Los mares cubiertos de hielo, presentan albedos de 40-60%, serán entonces, las zonas más luminosas del Planeta las áreas polares, que presentan albedos de hasta 80%.

⁴¹ *Ibidem*, pp. 152-154. Las nubes presentan el factor con la mayor incidencia en el albedo total, debido a su gran poder de reflexión solar. Su mayor reflexión la realizan cuando se encuentran sobre océanos. El valor medio global del albedo de las nubes se encuentra entre 35-40%, si tomamos en cuenta que la nubosidad media es de 54%, el porcentaje neto de radiación reflejado por las nubes es de 20%, lo que representan las dos terceras partes del albedo total. La fracción restante se divide entre la provocada por las moléculas presentes en la atmósfera y por la superficie terrestre.

⁴² Vid. HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), *Ingeniería Ambiental*. (2ª edición), México: Prentice Hall, pp. 219-229. En promedio tomando en cuenta un periodo de un año, la distribución de la energía irradiada por el Sol que absorben en las nubes, vapor de agua y el dióxido de carbono es de un 17%, siendo este porcentaje utilizado para calentar directamente a la atmósfera. Un 30% es reflejado sin mediar proceso por la nubes. La cantidad restante, alrededor de un 53%, llega a la superficie terrestre; dos tercios de esta como luz clara y un tercio, como luz difusa.

⁴³ En general, se puede decir que la temperatura de la atmósfera se mantiene constante, aunque en los últimos años estudios han demostrado que esta va en aumento debido al efecto que producen la acumulación de gases que impiden que se produzca el balance natural de equilibrio término, esto es, enviar de regreso al espacio la misma cantidad de energía recibida. Sobre el calentamiento de la atmósfera trataremos en párrafos posteriores.

una temperatura de $288\text{ }^{\circ}\text{K}$ ⁴⁵, razón por la cual la radiación terrestre es de onda larga, pues emite energía a longitudes de onda entre 4,000 y 50,000 nm.

3. El clima y su incidencia en el medio ambiente

Clima⁴⁶ se entiende como un conjunto de fenómenos de características meteorológicas que se desarrollan en la atmósfera en un lugar y período determinado, y que puede tener una evolución local o global. Si bien, el clima está determinado por múltiples y diferentes variables, destacables son la composición y las características de la atmósfera, los efectos de las altas y bajas temperaturas de la superficie terrestre, la circulación que se produce mediante los vientos; los fenómenos que se desarrollan en los océanos y masas de agua; las erupciones volcánicas; las posiciones relativas de los polos, etc.

Este conjunto de fenómenos condiciona la vida en las distintas regiones de nuestro planeta, formando el "sistema climático" pues existe una interdependencia entre la fenología producida en los distintos sistemas que la conforman como son: la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera⁴⁷ y la geósfera, como lo destaca el Art. 1.3 de la

⁴⁴ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), pp. 244-247. Un cuerpo negro es un objeto ideal capaz de absorber toda la radiación que llega a él sin reflejarla, de manera que solamente emite la correspondiente a su temperatura. Hasta fines del S. XIX, en los estudios sobre la radiación de cuerpos negro de radiaciones de bajas frecuencias (infrarrojo), eran aplicables las Leyes del electromagnetismo, pero diferían radicalmente a altas frecuencias. Esta situación dio lugar a distintos estudios, siendo Max Planck, en 1900, quien probó que en estas condiciones los conceptos básicos de la concepción ondulatoria de la radiación electromagnética, no eran aplicables. Era necesario considerar que la radiación no es emitida de manera continua sino en cuantos de energía discreta, llamados fotones. La energía de estos cuantos es proporcional a su frecuencia y a la llamada constante de Planck, $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Joule x segundo, una de las constantes fundamentales de la física moderna. Si la frecuencia de la radiación es baja, el efecto se vuelve despreciable debido al bajo valor de la constante de Planck, y es posible pensar al sistema como continuo, tal como lo hace el electromagnetismo clásico. Sin embargo, a frecuencias altas el efecto se vuelve notable. Será luego A. Einstein quien utilice el mismo concepto de fotón para explicar el efecto fotoeléctrico, que con la física clásica no podía. Un cuerpo negro emite un espectro en función de la temperatura de la luz. A elevadas temperaturas un importante porcentaje de la radiación se encuentra en el campo visible, en la medida que se aumenta la temperatura, se genera una mayor cantidad de luz de onda corta, de energía mayor. Esta radiación térmica de un cuerpo negro se denomina radiación de cuerpo negro.

⁴⁵ En el Sistema Internacional de Unidades se utiliza $K = \text{Kelvin}$, donde el 0 absoluto de $^{\circ}\text{K}$ es igual a $-273,15^{\circ}\text{C}$. De este modo, $K = ^{\circ}\text{C} + 273,15$.

⁴⁶ Vid. HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), pp. 246-247. "El clima presenta interacciones con los suelos, las rocas, las plantas, los animales, las aguas superficiales y hielo.", a estas interacciones se las conoce como sistema climatológico.

⁴⁷ Biosfera noción introducida en 1968 por la UNESCO en la *Intergovernmental Conference of Experts on the Scientific Basis for Rational Use and Conservation of the Resources of the Biosphere*, realizada entre el 4 y 13 de septiembre de 1968 en París. El reporte final donde se entregan 20 recomendaciones concluye que los cambios medioambientales "parecen haber alcanzado un umbral de crítico".

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático⁴⁸ (en adelante CMNUCC).

Ahora bien, el “sistema climático” presenta un delicado mecanismo con gran capacidad de adaptación. Sin embargo, existen evidencias documentadas respecto de la importante injerencia que está teniendo la acción antropogénica sobre este sistema, provocando transformaciones de tal envergadura que la adaptación natural se está convirtiendo en un procedimiento ineficiente para revertir los cambio. De esta evidencia ha dado cuenta el Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático cuyas siglas en ingles son IPCC⁴⁹ (en adelante IPCC), en cuyo informe científico presentado en 2007⁵⁰ indicaba que la temperatura de la Tierra ha sufrido un aumento de 0.76 °C de media desde la época preindustrial con un aceleramiento considerable en las últimas décadas, provocado fundamentalmente por la emisiones de gases efecto invernadero generados antropológicamente. Advierte asimismo, que de no revertir esta situación la temperatura de la Tierra podría sufrir un incremento de entre 1.8°C y 4°C durante este siglo, pudiendo provocar graves y peligrosas consecuencias para la humanidad y su entorno.

Estos informes que presentan una voz de alarma pueden ser considerados exagerados si no conocemos la importancia de la mantención de los equilibrios en general, y atmosféricos en particular, razón por la cual asumimos como imprescindible abordar el “clima” o “sistema climático” desde la perspectiva científico-técnica.

Otro fenómeno que es necesario destacar es la influencia que presentan los océanos y sus corrientes o desplazamientos, sobre el sistema climatológico. Estas corrientes oceánicas o marinas variaran dependiendo de su origen. Es así como aquellas denominadas corrientes de densidad se producen cuando se presentan diferenciales de temperatura y salinidad entre dos masas de agua situadas en distintos lugares o profundidades, este fenómeno provocará una variación de densidad de las masas de agua; naturalmente la tendencia es a compensar esta diferencia de densidad, provocando un desplazamiento de una de las masas hacia la otra. Por su

⁴⁸ Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, Nueva York, 9 de mayo de 1992 (31 *ILM*. 849, 1992; BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994) (CMNUCC).

⁴⁹ Este panel de expertos creados por la organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el medio Ambiente (PNUMA) en 1988, tiene dentro de sus objetivos presentar evaluaciones periódicas sobre el cambio climático de carácter especial y técnico.

⁵⁰ *Vid.* LE TREUT, H.R., *et. al.* (2007), in IPCC, 2007b, pp. 93-120.

parte, las llamadas corrientes de arrastre se originan en la superficie de los océanos y mares como consecuencia de la acción directa del viento, siendo de mayor intensidad cuando el viento es constante sobre una masa extensa de agua, como es el caso de los vientos alisios que soplan en los océanos Atlántico y Pacífico, provocando corrientes de grandes masas de agua en dirección oeste. Será entonces la combinación de corrientes de densidad y de arrastre las que originaran la circulación de grandes masas de agua más⁵¹.

El rol fundamental de los océanos es transportar energía calórica hacia los polos a través de corrientes superficiales de agua cálida, desde latitudes tropicales, masas de agua que regresan en forma de agua profunda más fría hacia el Ecuador⁵². Por su parte, el agua fría que regresa, presenta una mayor densidad, contiene más sal debido a fenómenos de evaporación que presenta. Al tener una mayor densidad, tiende a hundirse, y el agua más cálida que fluye hacia los polos ocupa su lugar. Mediante este proceso se produce además un transporte importante de dióxido de carbono⁵³. Asimismo, mediante este proceso se produce una distribución de calor y de materia disuelta, que influye en los regímenes climáticos y en la disponibilidad de nutrientes para la vida marina.

Como ya indicábamos existen factores antropogénicos que pueden provocar alteraciones en el clima, por ejemplo, las emisiones excesivas de gases provenientes de la quema de hidrocarburos, las transformaciones en la superficie terrestre natural y su sustitución por coberturas asfálticas o cementos, etc.

Si las propiedades de la superficie terrestre varían localmente, la radiación en la superficie neta y la diferencial entre los flujos de absorción también puede cambiar, con resultados para las temperaturas y la acumulación de humedad de la superficie y del aire a menor altitud. A lo largo de los siglos este cambio en la superficie del suelo ha sido consecuencia de la necesidad antropogénica de suelo agrícola, comercial e industrial. Las consecuencias del desarrollo urbano pueden

⁵¹ Vid. GEO 4, "Global Environment Outlook 4", *Perspectivas del medio ambiente mundial para el desarrollo 2007*, Primera edición realizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) 2007, Malta, pp. 20-21. GIL, A.; OLCINA CANTOS, J. (1997), pp. 123-127.

⁵² Vid. NIILER, P.P.,(1992), "The ocean circulation", en TRENBERTH, K.E., (Ed.) (1992), *Climate System Modelling*. Reprinted 1995, London: Cambridge University Press, pp. 117-118; BINDOFF, N.L., et. al., (2007), "Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level". In: IPCC, 2007b, Chapter 5, pp. 394-395.

⁵³ Vid. GEO 4, p.118.

provocar importantes cambios climáticos a nivel local, no existiendo similar comportamiento en todas las regiones del Mundo⁵⁴.

El estudio del clima, requiere del análisis de variables que afectan a la atmósfera como son la temperatura, presión, humedad, viento, etc. que provocan variaciones en el tiempo y clima a corto, mediano o largo plazo. Ahora bien, la química atmosférica dentro del contexto climatológico tiene un impacto determinante, siendo los fenómenos espectroscópicos y termodinámicos de los constituyentes los que en gran medida determinan su comportamiento provocando variaciones climatológicas. Dos ejemplos básicos por su relevancia son el dióxido de carbono, presente dentro del ciclo biogeoquímico del carbono o el vapor de agua con su ciclo hidrológico, ambos cumplen un rol determinante en la química atmosférica.

Asimismo, existen otros gases que aunque presentes en concentraciones inferiores, y con distintos grados de participación en los ciclos biológicos, presentan una gran incidencia en el comportamiento del clima, gases como: el ozono (O₃), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), o los clorofluorocarbonos (CFCs).

Si nos enfocamos en algunos de los factores antropogénicos que pueden afectar el clima local o general, podemos apreciar que han adquirido notoriedad y relevancia en forma particular los llamados Gases de Efecto Invernadero⁵⁵ (en adelante GEI), que debido a su aumento desproporcionado han provocado, entre muchas otras, un incremento de la temperatura atmosférica. Ahora bien, cabe tener presente que algunos de los GEI, son necesarios dentro de las variaciones naturales internas propias del sistema atmosférico y climático, pues contribuyen al incremento de la temperatura terrestre⁵⁶, al retener parte de las radiaciones solares absorbidas y emitidas por la

⁵⁴ IPCC, 2007a: Cambio climático 2007: *Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs. pp. 2-9.

⁵⁵ Vid. BOUBEL, R.W., *et. al.* (1994), pp. 3-17. En adelante abordaremos con mayor detenimiento las características y efectos del aumento en las concentraciones de estos gases, pero es importante tener presente que las concentraciones en la atmósfera de los gases de efecto invernadero han variado históricamente en nuestro planeta por causas naturales, debido a las reacciones y ciclos biogeoquímicos en donde participan. Sin embargo, a partir de mediados del siglo XVIII, las emisiones de GEI comenzaron a aumentar sin control debido fundamentalmente al consumo de energía proveniente de fuentes no renovables, como la utilización de combustibles fósiles.

⁵⁶ Vid. HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), pp. 245-247. El autor alude a estudios de SCHNEIDER, S.H. (1989), *Global Warming*. New York: Vintage Books, y de BODEN, T.A., *et. al.* (1994), *Trends: Compendium of Data on Global Change*. Oak Ridge, Tennessee: carbon Dioxide Information and Analysis

Tierra, por ejemplo, los aerosoles⁵⁷ emitidos naturalmente procedentes en gran medida de las erupciones volcánicas, reflejan parte de la radiación solar provocando una disminución de las temperaturas. Hay que considerar que sin la existencia de este tipo de gases, la Tierra sería un lugar gélido, y consecuentemente, su climatología sería radicalmente distinta.

La temperatura del planeta, se mantiene por un equilibrio energético, entre la radiación solar entrante en la atmósfera y la que es emitida al espacio. Con el aumento excesivo de los GEI y aerosoles⁵⁸ debido a las emisiones antropogénicas, se producen alteraciones en las propiedades de la atmósfera, pues se origina un “atrapamiento” de la radiación infrarroja por parte de la atmósfera. Para los expertos que elaboraron el IPCC 2007⁵⁹, las actividades humanas colaboran a que se produzca un cambio en el clima, por la producción o emisión de GEI, aerosoles y del smog.

Desde el comienzo de la era industrial - alrededor de 1750 -, el efecto global de las actividades humanas ha influido sobre el clima debido al calentamiento atmosférico. El impacto humano sobre el clima durante esta época supera a los cambios por procesos naturales, tales como cambios solares y erupciones volcánicas.

Por la fragilidad que presenta nuestro sistema atmosférico y climático, el equilibrio se puede romper fácilmente, debido fundamentalmente a la interrelación fenomenológica existente. El Cuadro N° 1 ilustra las interacciones que se producen entre los elementos presentes en la atmósfera. Al introducir gases o partículas que por reacciones fotoquímicas o bioquímicas participen, influyan o sean influenciadas; por la dinámica de los procesos físicos que gobiernan la atmósfera, se producirán alteraciones que al romper los equilibrios tenderán a buscar equilibrios alternativos,

Center. En donde se constata que las variaciones de temperaturas superficiales anuales en todo el mundo eran de +/- 0.5 °K, notándose una tendencia en el aumento de la temperatura de 0.6 °K, en el último siglo. Lo mismo ha ocurrido con respecto al aumento de las precipitaciones en ciertas regiones del Planeta. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), pp. 3-6, existen estimaciones que muestran de un aumento en la concentración promedio del dióxido de carbono, desde la era pre Revolución Industrial de 280 ppm por volumen, lo que puede originar un incremento de entre 1.5 y 4.5 °C en la temperatura global del planeta, si se continua en la tendencia actual.

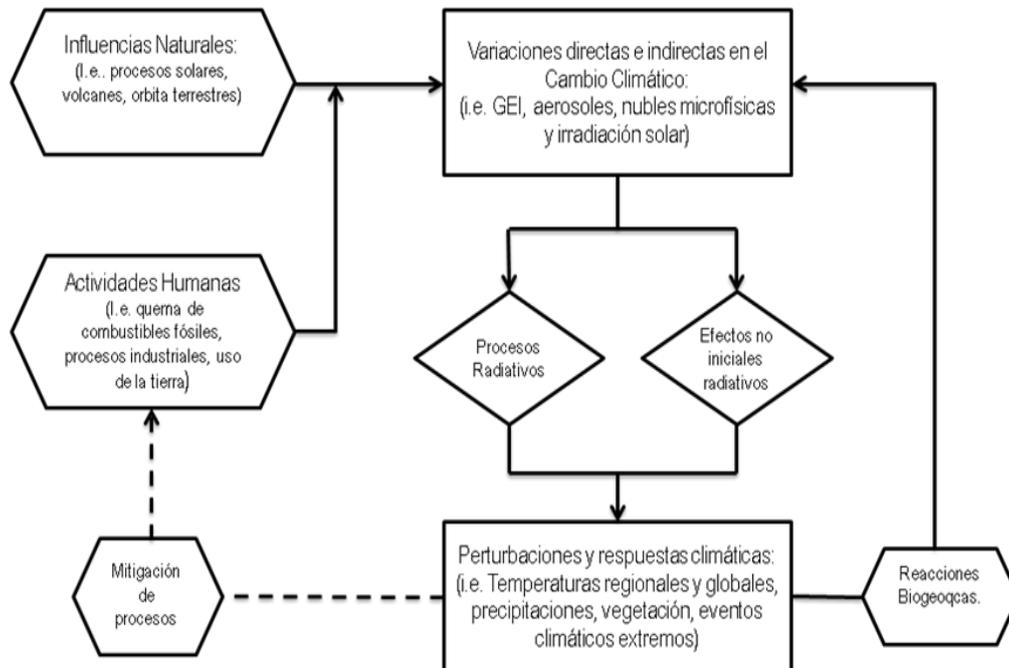
⁵⁷ Vid. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), p.97 y ss. Aerosol es una suspensión de finas partículas sólidas o líquidas en un gas, estas pueden ser generadas de naturalmente a partir del polvo del viento, minúsculas gotas del mar o spray marino, volcanes; o por medio de actividades antropogénicas, como la combustión de combustibles derivados de Hidrocarburos.

⁵⁸ Vid. RAMANATHAN, V., et. al. (2001), “Aerosols, Climate, and the Hydrological Cycle”, *Science* 7 Vol. 294. N°. 5549, pp. 2119 – 2124, December 2001.

⁵⁹ Vid. IPCC 2007a, pp. 2-7.

provocando cambios sutiles o notorios, en los regímenes climáticos regionales o generales.

Cuadro Nº 1
Componentes del proceso de cambio climático

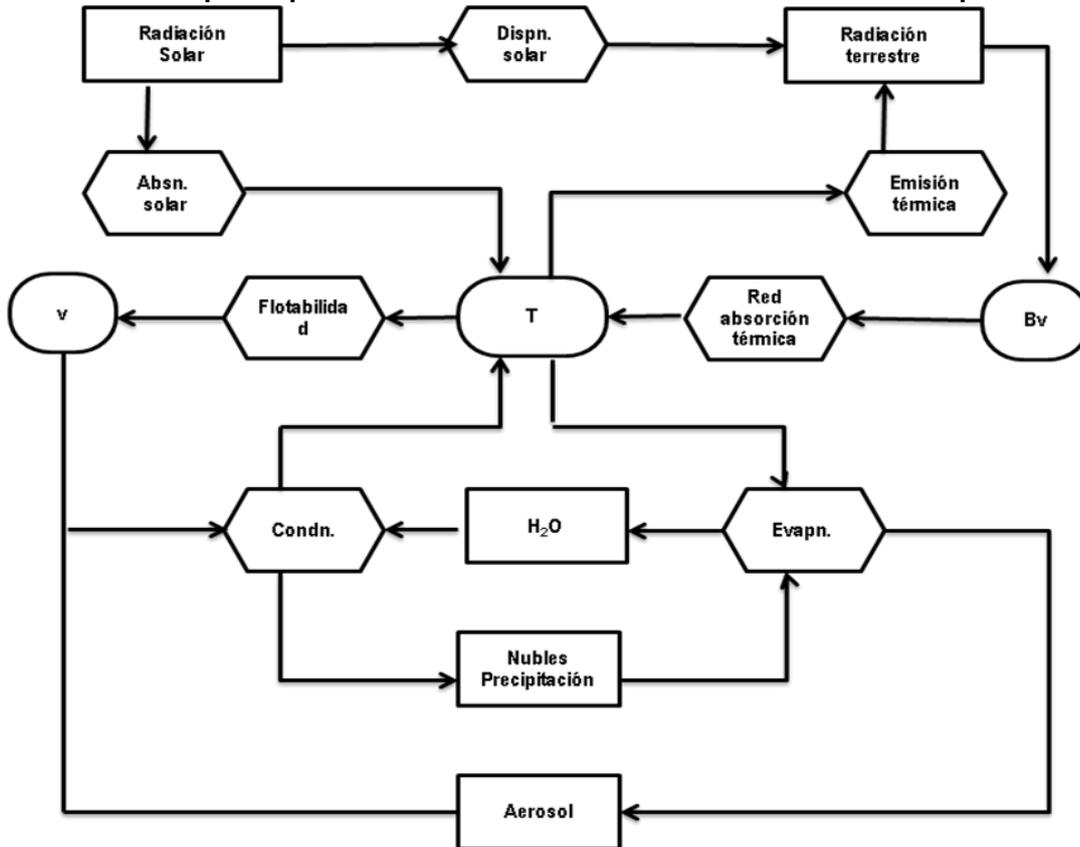


Fuentes: FORSTER, P., *et. al.* (2007), "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing", in IPCC, 2007b, Chapter 2, p. 134. El diagrama muestra como el RF se vincula a otros aspectos del cambio climático evaluados por el IPCC 2007. Las actividades humanas y los procesos naturales causa directa e indirecta los cambios en el desarrollo del clima. En general, estos cambios en el resultado específico de RF cambios, ya sea positivo o negativo, y no causa algunos efectos de radiación inicial, por ejemplo, cambios en la evaporación.

A partir del TAR (Climate Change 2001-IPCC Third Assessment Report), se han generado una serie de trabajos intentando buscar la relación entre Radiative Forcing (RF) y el cambio climático, los que no han estado alejados de la controversia, debido a las limitaciones que presenta este concepto de RF. Si bien es una herramienta útil para estimar los impactos relativos que pueden existir sobre el cambio climático, pudiendo ser utilizado para estimar el equilibrio relativo del cambio de la temperatura media mundial de la superficie, respecto de los diferentes agentes de forzamiento. Sin embargo, es incapaz de explicar la totalidad de los factores que afectan al cambio climático, el RF no es una medida de otros aspectos del cambio climático o por sí sola no puede utilizarse para evaluar los posibles cambios climáticos asociados con las emisiones, ya que no tiene en cuenta los diferentes tiempos de vida atmosférica de los agentes de forzamiento.

Cuadro N° 2

Interacciones que se producen a nivel atmosférico entre los elementos presentes



Fuentes: TURCO, R.P. (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 203. Este esquema muestra los procesos químicos que son influenciados por fenómenos físicos y que mantienen la dinámica atmosférica. Estas interacciones que son las que modelan la climatología del planeta. Donde T: Temperatura; H₂O: vapor de agua; v: dinámica; Bv: radiación térmica.

En el efecto invernadero o "efecto de conservación del calor por parte de la atmósfera"⁶⁰, la atmósfera recibe del sol energía luminosa de distintas longitudes de ondas y niveles energéticos. Dependiendo de los niveles energéticos de dicha energía las distintas capas atmosféricas y los elementos que las componen la irán absorbiendo, transformando, y eliminando o emitiendo.

La gran mayoría de los gases que se encuentran presentes en la atmósfera, no absorben radiación infrarroja (IR) fundamentalmente por la estabilidad que presentan. Es así como los grandes constituyentes como el nitrógeno y oxígeno, que en sus niveles electrónicos superiores, por ser moléculas diatómicas homonucleares presentan gran estabilidad, la energía electromagnética IR es incapaz de alterar su configuración electrónica. Por el contrario, moléculas poliatómicas como el agua, el dióxido de carbono y el ozono, debido a que son parcialmente opacas a las radiaciones

⁶⁰ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp.161 y ss.; HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), pp. 112-120.

infrarrojas, son capaces de absorber las radiaciones infrarrojas emitidas por el suelo. Cuando la radiación infrarroja choca con las moléculas de dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O), ozono (O₃), metano (CH₄) y clorofluorocarbonos (CFCs), estas moléculas absorben esta energía, se produce un movimiento vibratorio y emiten energía en forma de rayos invisibles e infrarrojos, provocando el fenómeno conocido como efecto invernadero, que mantiene caliente la atmósfera terrestre. Las radiaciones rebotan entre la mezcla de moléculas que componen a la atmósfera hasta que finalmente escapan al espacio.

4. El equilibrio y la fragilidad de la atmósfera. Su composición y ciclos

Nuestro ambiente se constituye por un entorno abiótico, físico y químico del suelo, agua y aire; y por uno biótico, formado por microbios, plantas y animales, todo aquello que tiene vida. Distintas relaciones entre ambos entornos, darán origen a sistemas ecológicos o ecosistemas con distintas características, tamaños, variedades de especies, etc. Pero para que los distintos ecosistemas se desarrollen requieren del transporte o flujos de nutrientes, los cuales se llevan a cabo entre la atmósfera, océanos y suelos. Estos flujos también conocidos como ciclos biogeoquímico o ciclos de nutrientes, son el mecanismo mediante el cual, un elemento o molécula química se traslada a través del ambiente biótico (la biosfera), y abiótico (litosfera, hidrosfera y atmósfera). Será entonces, la necesidad de nutrientes y de energía⁶¹, dos factores fundamentales que mantienen el ecosistema y su funcionamiento como un sistema interdependiente.

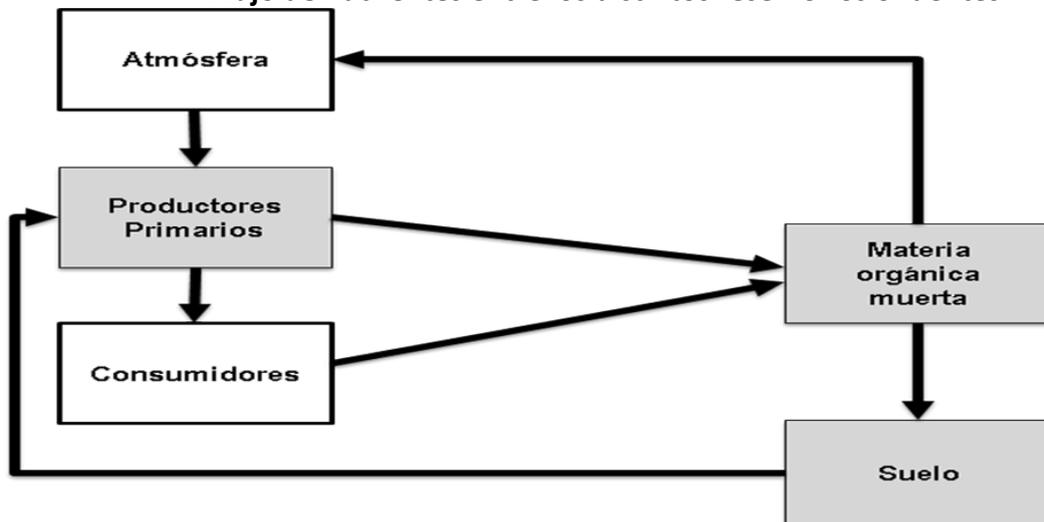
En todos los ciclos de nutrientes, son tres las etapas y participantes que juegan un papel clave: las plantas verdes por la conversión a elemento biológicamente útil; los descomponedores, que los regresan al estado básico inicial; y por último, el aire y el agua que los transportan. Dentro de los procesos biogeoquímicos, existen dos ciclos claves, el que se realiza en fase gaseosa, y el sedimentario. El primero, se lleva a cabo entre el aire y los océanos, y participan activamente el nitrógeno, oxígeno y

⁶¹ *Vid.* HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), pp. 261-271. Dependiendo de las fuentes de energía y de carbono, los organismos se pueden dividir en heterótrofos y autótrofos, siendo los primeros aquellos que deben alimentarse con sustancias orgánicas sintetizadas por otros organismos,

dióxido de carbono. Por su parte, en el ciclo sedimentario, los principales reservorios son el suelo, las rocas y los minerales.

Cuadro Nº 3

Flujo de nutrientes entre los distintos reservorios o fuentes



Este esquema muestra genéricamente un flujo biogeoquímico terrestre, iniciándose en la atmósfera transfiriéndose a las plantas verdes, llamados productores primarios. Una parte será transformada directamente a materia orgánica o serán los herbívoros heterótrofos, que son capaces de obtener el carbono celular y energía directamente de una fuente orgánica, los que previamente las consumirán. Desde el reservorio de materia orgánica se descompondrá transfiriéndolos al suelo y fruto de esta descomposición, se transportarán gases a la atmósfera.

Ahora bien, todo lo anterior sería imposible sin la presencia de una atmósfera que entre muchas otras cosas, sea capaz de participar de modo activo en ciclos fundamentales como el hidrológico, del carbono, del nitrógeno, del oxígeno o el ciclo del azufre. En adelante revisaremos algunos de los ciclos tomando como compuesto central aquel más determinante en el ciclo del elemento.

4.1. El ciclo hidrológico

El vapor de agua en la atmósfera se encuentra en concentraciones muy bajas, siendo el ciclo hidrológico⁶² el encargado de mantener el equilibrio entre todas sus fases. Al ciclo hidrológico lo podemos describir como un proceso que comienza con la evaporación, la condensación y la posterior precipitación del agua lluvia; una parte de esta se evapora directamente a la atmósfera o vía transpiración vegetal, y la restante continuará su curso a los ríos y lagos, o será filtrada hacia las aguas

⁶² Vid. HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), p.179; pp. 238 y ss.; TURCO, R.P. (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), pp. 209-215.

subterráneas. Mediante el proceso de evaporación otra fracción del agua precipitada se condensará en la atmósfera, para iniciar nuevamente el proceso.

4.2. El ciclo del carbono

El carbono es un elemento que se encuentra en la naturaleza como constituyente de toda la materia orgánica⁶³, en moléculas de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, etc. El dióxido de carbono (CO₂) es la principal reserva y fuente básica de carbono, es transformada en los distintos compuestos orgánicos asimilables por medio de la fotosíntesis⁶⁴. El CO₂ se encuentra en la atmósfera en una concentración aproximada al 0,03%, y cada año un 5% de estas reservas se consumen en los procesos de fotosíntesis, lo que significa que se renueva en la atmósfera cada 20 años. El proceso inverso por medio del cual el CO₂ regresa a la atmósfera es la respiración, la oxidación de los alimentos por parte de los seres vivos produciendo CO₂.

En medio acuoso el proceso es similar, el CO₂ se encuentra disuelto en el agua como ácido carbónico (H₂CO₃) - el CO₂ presenta elevada solubilidad en comparación con otros gases -. En este caso será el fitoplancton el que realizará la fotosíntesis. Cabe hacer notar, que parte del carbono permanecerá como carbonatos en las conchas de los moluscos.

El dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄), ambos considerados gases de efecto invernadero más importantes, juegan un papel clave en el ciclo natural del carbono con la participación continua en los flujos de grandes cantidades de carbono entre los océanos, la biosfera terrestre y la atmósfera, equilibrio que mantiene sus concentraciones atmosféricas de 10 Kyr (10 Kyr = 10000 años) estables hasta el año

⁶³ Se considera un compuesto "orgánico" a cualquier compuesto que contiene átomos de carbono. En este caso, los radicales orgánicos formado en esta reacción forman parte del ciclo del oxígeno. Dentro de los compuestos que forman parte del ciclo del oxígeno se pueden producir reacciones entre ellos. Asimismo, el elevado poder oxidante del radical hidroxilo puede provocar oxidaciones completas de compuestos orgánicos hasta dióxido de carbono.

⁶⁴ En párrafos precedentes mencionamos a la Fotosíntesis como el mecanismo mediante el cual las plantas verdes (bióticas) transforman la energía solar en energía química liberando al mismo tiempo oxígeno y agua; almacenando la energía bajo la forma de carbohidratos. Energía química que posteriormente se transformará en energía mecánica (como calor) mediante el metabolismo celular.

1750⁶⁵.

Las características del ciclo de carbono originan la fluctuación constante de la concentración de dióxido de carbono⁶⁶, diaria y estacionalmente. El ciclo diario comenzará con un fuerte descenso con las primeras luces del día aumentando a medida que aumenta la temperatura y la humedad relativa disminuye, condiciones menos propicias para el proceso fotosintético; aumentando con el ocaso pues cesa totalmente este mecanismo fotoquímico. Del mismo modo, existen variaciones dependiendo de la estacionalidad y de temperaturas ambientales. En períodos primaverales de crecimiento de vegetación verde, la concentración de dióxido de carbono disminuye hasta que esta etapa llega a su fin, incrementándose el proceso respiratorio.

4.3. El ciclo del oxígeno

El oxígeno (O₂) gas “vital”, se encuentra presente en la atmósfera en aproximadamente un 21%, siendo fuente principal para la “vida aeróbica⁶⁷”. Este oxígeno presente en la atmósfera proviene fundamentalmente del resultado de la fotodisociación del agua y del producto de la fotosíntesis. El oxígeno se mantiene prácticamente constante debido a que las reacciones de consumo y liberación,

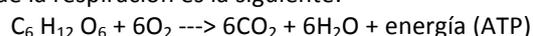
⁶⁵ Vid. BINDOFF, N.L., *et. al.* (2007), in IPCC, 2007b, p. 96.

⁶⁶ Por otra parte, existe una estrecha relación entre el clima y los procesos en los cuales participan gases de efecto invernadero, gases reactivos y partículas de aerosol. La concentración de CO₂ en la atmósfera, es un fiel ejemplo de esta cuestión, su directa relación con la temperatura de la Tierra que depende básicamente de las tasas de absorción de carbono por sus principales sumideros, como el océano y o la tierra, de los que a su vez dependen del clima.

⁶⁷ Vid. HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), p. 261-271. La respiración aeróbica es el proceso mediante el cual, los organismos llamados aerobios requieran oxígeno para obtener energía, aquellos que no presentan esta necesidad, se denominan anaerobios, pues si utilizan otro aceptor final que no sea el oxígeno, como por ejemplo el S, el Fe⁺³, el nitrato (NO₃⁻) o el fumarato. Es exclusiva de algunos tipos de procariontes. La respiración aeróbica es propia de los organismos con pared celular en general y de algunos tipos de bacterias.

La respiración aeróbica es serie de procesos celulares utilizados por los organismos para obtener energía mediante la oxidación de diferentes moléculas. Esta energía es almacenada en enlaces de alta energía (ATP y GTP) y en moléculas reductoras (NADH y FADH₂), para ser utilizada posteriormente de forma controlada.

La reacción química global de la respiración es la siguiente:



Donde:

ATP = Adenosín trifosfato

GTP = Guanosín trifosfato

La glucosa, algunos aminoácidos y ácidos grasos, son las moléculas que generalmente se utilizan como “combustible” en esta reacción.

fotosíntesis y respiración, respectivamente, mantienen este equilibrio impidiendo la acumulación excesiva de oxígeno en la atmósfera.

El oxígeno se encuentra presente en la gran mayoría de los procesos o ciclos biogeoquímicos, debido a su presencia en el agua, carbonatos, nitratos, sulfuros, etc. Dentro del ciclo del oxígeno atmosférico, el ozono (O₃) es un gas que presenta una ambivalencia importante, a nivel troposférico se le puede considerar como un contaminante altamente dañino, en cambio el papel que cumple en la estratosfera es fundamental para la conservación de la vida.

4.4. El ciclo del nitrógeno (N₂)

El nitrógeno es el gas con mayor presencia en la atmósfera, con el 79% del volumen total, en estado gaseoso (N₂) se comporta como un gas prácticamente inerte, lo que favorece su conservación. Dentro de los sistemas vivos está presente en todos los tejidos celulares, por ser un componente del ADN, del ARN y de las proteínas, es un elemento fundamental e indispensable. Durante el último siglo, las actividades humanas han aumentado dramáticamente las emisiones de compuestos de nitrógeno de elevada reactividad a la atmósfera global, estas alteraciones al ciclo del nitrógeno afectan directamente el sistema climático, siendo producidas fundamentalmente por tres elementos gaseosos: óxido nitroso⁶⁸ (N₂O), amoníaco (NH₃) y NO_x (óxido nítrico (NO) + dióxido de nitrógeno (NO₂)).

En general los óxidos de nitrógeno presentan un tiempo de vida atmosférica de corta duración que puede variar de horas a días⁶⁹, lo que no impide el impacto que pueden provocar sus emisiones en los cambios en el clima, fundamentalmente a través de la formación de ozono troposférico, gas que se sitúa como el tercer mayor contribuyente individual al forzamiento radiativo positivo⁷⁰.

⁶⁸ Vid. HOLLAND, E.A., *et al.* (2005), "Nitrogen deposition onto the United States and Western Europe: synthesis of observations and models". *Ecol. Appl.*, 15, 38-57. El óxido nitroso (N₂O), es el cuarto mayor contribuyente individual al forzamiento radiativo positivo. Que un gas presente valores de forzamiento radiativo positivo, indica que contribuye a la no eliminación de energía, en términos más simples, acumula calor.

⁶⁹ Vid. PRATHER, M.J., *et al.* (2001), "Atmospheric chemistry and greenhouse gases", in *Climate Change 2001: The Scientist Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J. T. *et al.* (Ed.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 239-287.

⁷⁰ Vid. DENMAN, K.L., *et al.* (2007), "Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry". In: IPCC, 2007b, Chapter 7, p. 502.

Una característica fundamental del nitrógeno, es su incapacidad de ser asimilado directamente por la mayoría de los seres vivos, por lo que requerirá ser fijado⁷¹ previamente. El gas N₂ tiene primero que ser convertido a una forma química disponible como el amonio (NH₄⁺), el nitrato (NO₃⁻), o el nitrógeno orgánico⁷² (e.g. urea - (NH₃)₂CO). Por medio de la fijación del nitrógeno se convierte de nitrógeno gaseoso (N₂) en amonio (NH₄⁺), siendo este el único proceso que permite la utilización del nitrógeno de la atmósfera. Este es un proceso metabólico en el que participan bacterias, como las bacterias del género *Rhizobium*, presentes en las raíces de legumbres como frijoles, arvejas y tréboles, etc. Por su parte, en ambientes acuáticos, participarán las algas azules verdosas o las cianobacteria importante fijadora de nitrógeno libre. Otro mecanismo de fijación natural se lleva a cabo por medio de bacterias en eventos de alta energía natural, tales como los relámpagos, fuegos forestales, erupciones volcánicas, etc.

El amonio producido es generalmente incorporado rápidamente en la proteína y otros compuestos de nitrógeno orgánico. Una vez que el nitrógeno se incorpora en la materia orgánica, frecuentemente sufre un proceso inverso, es decir, se vuelve a convertir en nitrógeno inorgánico a través de un proceso llamado mineralización del nitrógeno, o desintegración. Cuando los organismos mueren, las materias de descomposición, bacterias y hongos, consumen la materia orgánica y producen el proceso de descomposición. El nitrógeno en forma de amonio, está también disponible para ser usado por las plantas o para transformaciones posteriores en nitrato (NO₃⁻) a través del proceso llamado nitrificación.

En la nitrificación una fracción del amonio se convierte en nitrato, también mediante un proceso metabólico en el que participan bacterias, en este proceso se requiere un ambiente aeróbico. La nitrificación requiere la presencia del oxígeno, por

⁷¹ Vid. MOLLES, M.C. (2006), *Ecología: conceptos y aplicaciones*. (2ª edición), Madrid: McGraw-Hill, cop., pp. 68 y ss. Se entiende la fijación de nitrógeno como un mecanismo que se realiza mediante su combinación con oxígeno o hidrógeno para formar óxidos o amonio que pueden incorporarse a la biosfera. Estos mecanismos de reacciones se llevan a cabo en ambiente abiótico en condiciones naturales y como resultado de descargas eléctricas, procesos de combustión.

⁷² Vid. SMITH, R.L.; SMITH, T.M. (2005), pp. 393-396; OREL, A.E.; SEINFELD, J.H. (1977), "Nitrate Formation in Atmospheric Aerosols". *Environmental Science & Technology*, Volume 11, Number 10, October 1977. KUNDU, M.C.; MANDA, B. (2009), "Nitraterichment in Groundwater from Long-Term Intensive Agriculture: Its Mechanistic Pathways and Prediction through Modelling". *Environmental Science & Technology*, 43 (15), pp. 5837–5843.

sumideros orgánicos e inorgánicos. Luego de su liberación mediante un proceso de descomposición fundamentalmente, será transportado en medio acuoso como sal. Su presencia en fase gaseosa le permite una circulación global.

El ingreso del azufre a la atmósfera puede provenir de distintas fuentes: las erupciones volcánicas, intercambio de compuestos orgánicos en la superficie oceánica, el consumo de combustibles fósiles, y gases liberados de procesos de descomposición del ácido sulfhídrico (H_2S). Esta última vía es la más común para el paso de compuestos sulfurados a la atmósfera, el ácido sulfhídrico (H_2S), altamente reactivo en presencia de oxígeno, formará azufre molecular (S^0) y dióxido de azufre (SO_2), el que se oxida en presencia de luz para formar anhídrido sulfúrico (SO_3) que con agua se transformará en ácido sulfúrico (H_2SO_4).

4.6. El ciclo del fósforo (P)

A diferencia de los elementos anteriormente revisados, el fósforo no presenta reservorio atmosférico, ya que los compuestos que forma no presentan una presión de vapor que les permita mantenerse en estado gaseoso. Si bien su concentración en los sistemas vivos es baja, está presente en compuestos vitales, como ácidos nucleicos: ADN y ARN; algunas sustancias que intervienen en el proceso de fotosíntesis y respiración celular; formando parte de sustancias de elevado contenido energético en sus enlaces como el ATP, etc.

Las principales fuentes de fósforo se encuentran en las rocas y los depósitos naturales en forma de rocas fosfáticas y apatito. Los seres vivos asimilan el fósforo, en forma de fosfatos a partir de las rocas fosfatadas, que mediante meteorización se descomponen y liberan los fosfatos para que pueda ser absorbido por los vegetales. Este fósforo pasa a los animales, volviendo de nuevo al medio tras su muerte y la de los vegetales, así como por la eliminación continua de fosfatos en los excrementos y por los organismos descomponedores actúan volviendo a producir fosfatos.

5. Contaminantes ambientales involucrados en la contaminación atmosférica. La química de la troposfera

Algunas investigaciones señalan que las primeras tribus nómades se trasladaban entre otras razones, para “alejarse” de los desechos y contaminación producida durante su estancia en un lugar. Con la invención del fuego y la consiguiente preparación de los alimentos dentro y fuera de los hogares, se comienza a generar las primeras emisiones de gases contaminantes por combustiones incompletas. Asimismo, la creación de comunidades agrarias sedentarias y la formación de ciudades, aumentó e intensificó el impacto ambiental, ya en el año 61 A.C. se tienen antecedentes de reportes en este sentido en Roma⁷³.

En Europa, durante los siglos XII y XIII, se introduce el carbón como combustible alternativo a la madera difícil de obtener, lo que convierte el cielo de las ciudades en una oscura nube gris y densa, consecuencia no deseada pero aceptada. Con el comienzo de la Revolución Industrial en siglo XVIII, la utilización del carbón se expandió, se requería una fuente energética. Es así como este combustible sumado a otras emisiones fruto de procesos productivos o de procesos químicos, y el desarrollo de la industria metalúrgica, convirtieron los cielos de Europa en una atmósfera altamente contaminada de humos y cenizas⁷⁴.

Durante los primeros 25 años del siglo XX, con el desarrollo tecnológico y la expansión industrial hubo importantes cambios en el tipo y nivel de emisiones, que aumentaron considerablemente: como consecuencia de la generación de energía por medio de la máquina a vapor utilizada por el transporte ferroviario; la inclusión de hidrocarburos como otra fuente proveedora de energía; el crecimiento y desarrollo de las ciudades, etc. Todos estos nuevos elementos contribuyeron a que la atmósfera en centros urbanos y sus entornos, comenzasen a transformarse en ambientes altamente contaminados. Paradójicamente durante el mismo período tanto la legislación regulatoria, el conocimiento científico, respecto de esta problemática no resultaron avanzar tan rápidamente.

⁷³ Vid. BOUBEL, R.W., *et. al.* (1994), pp. 3 y ss.

⁷⁴ *Ibidem*. En Estados Unidos de Norteamérica la situación no era distinta, se asumía que los Municipios debían encargarse del control de las emisiones. En la década de 1880 se dictan las primeras ordenanzas municipales destinada a limitar las emisiones de humos negros en Chicago y Cincinnati.

A partir de la década de 1930, los episodios de contaminación del aire comenzaron a producirse con mayor frecuencia, siendo algunos con resultado de pérdida de vidas humanas, sin contar los daños al medio ambiente, flora y fauna. La presencia de elevadas concentraciones de contaminantes y factores ambientales como el fenómeno de inversión térmica, estuvieron presentes, por ejemplo, en Meuse Valley⁷⁵, Bélgica en 1930 con dióxido de azufre (SO₂), fluoruros, ácido sulfúrico (H₂SO₄); Donora, Pensilvania⁷⁶ 1948 con SO₂, material particulado; o Londres⁷⁷, Inglaterra 1952 con SO₂, material particulado, H₂SO₄, alcanzando mortalidades de más de 60, 20 y alrededor de 4000, respectivamente.

Distintas iniciativas surgieron para afrontar esta problemática, en la ciudad de Los Ángeles con una atmósfera visiblemente contaminada, comienza la investigación sobre contaminación del aire, por la Fundación Técnica para la Meteorología y Contaminación del Aire. En 1947 el Estado de California es el primero en Estados Unidos en dictar una Ley sobre contaminación del aire. En Pasadena se realiza el Primer Simposio Nacional sobre Contaminación del Aire en 1949 y un año después la Primera Conferencia Técnica de Estado Unidos sobre Contaminación del Aire de Washington, D.C.

En términos tecnológicos, la construcción de cañerías de gas natural, fue desplazando al uso del carbón y aceite como combustibles en los hogares, lo que mejoró la calidad de las emisiones en las ciudades. En el ámbito del transporte, se transformaron las locomotoras de vapor por diesel, los motores de combustión interna de los autobuses comenzaron a desplazar a los tranvías eléctricos.

En Europa y particularmente en Gran Bretaña, luego del episodio de Londres de 1952, se amplían las atribuciones de los organismos de inspección y se elabora en 1956 la Ley del Aire Limpio. Del mismo modo que en Estados Unidos, son los hogares, con la transformación a generación de energía eléctrica, los que mitigan en parte la situación ambiental existente.

⁷⁵ Vid. BOUBEL, R.W., et. al. (1994), pp. 3 y ss. Citando a FIRKET, J. (1931), "The cause of the symptoms found in the Meuse Valley during the fog of December, 1930", *Boletín de l'Académie Royale de medicina de Belgique*. 11, 683.

⁷⁶ *Ibidem*, citando a SCHRENK, H. H., et. al. (1949), "Air Pollution in Donora", *U.S. Public Health Service Bulletin*. 306n, 173 p.

⁷⁷ *Ibidem*, citando a Ministry of Health (1954), "Mortality and Morbidity during the London Fog of December 1952". London, Rep. Of *Public Health and related Subject* Nº 95. H.M. Stationary Office.

Distintos episodios se siguieron produciendo en Europa, Estados Unidos, Japón, Australia, etc. lo que estimula la generación de estudios e investigaciones acerca del tema, aunque será a principios de la década de 1970 cuando se comienza a plasmar el sentimiento ecológico y medioambiental.

La troposfera, capa atmosférica más cercana a la Tierra contiene gases como nitrógeno, oxígeno, gases inertes, dióxido de carbono y vapor de agua, además partículas en suspensión y trazas contaminantes; pudiendo ser emitidos estos elementos por fuentes naturales o antropogénicas e impactando directamente en nuestro sistema ambiental y climático.

Dentro de las fuentes naturales encontramos las erupciones volcánicas, las emisiones de los pantanos, las emisiones de animales, incendios forestales y el polvo, etc. Por su parte, las principales fuentes antropogénicas de emisiones que destacan son las actividades industriales, la quema de combustibles fósiles, emisiones del transporte, emisiones de los animales domésticos, la agricultura, etc. Cabe subrayar el fuerte impacto que tienen las emisiones provenientes de la agricultura y ganadería.

Asimismo, característica química fundamental de la troposfera es su poder oxidante, debido a la elevada presencia de oxígeno, lo que origina la oxidación de elementos naturales, inocuos o contaminantes. Por otra parte, para mantener su equilibrio y "limpieza", la atmósfera cuenta con diversos mecanismos cuyos objetivos son evitar una excesiva acumulación de contaminantes, con el consecuente desequilibrio fisicoquímico. Existen tres procesos de eliminación final, el primero es la conversión química de componentes no contaminantes tales como O_2 o H_2O ; la segunda es la deposición seca o sedimentación, es la caída de las partículas por gravedad hasta la superficie: plantas, agua o suelo, este proceso normalmente afecta a las partículas de más peso; y por último, el tercer proceso es la deposición húmeda, también conocida como eliminación por precipitación, proceso viable solamente para especies solubles en agua.

Característico en ciudades o centros urbanos y suburbanos contaminados es la presencia de una "capa" algo densa de color amarillento-gris llamada comúnmente "smog". Generalmente su presencia lleva consigo un aumento en la

concentración de ozono⁷⁸ troposférico, gas de efecto invernadero que atrapa la radiación emitida por la tierra, un aumento en el ozono troposférico puede contribuir a un calentamiento significativo de la superficie de la tierra⁷⁹. El proceso que lleva consigo la presencia del smog viene aparejado con la realización de varios mecanismos de reacciones fotoquímicas, en las cuales están presentes elementos químicos como óxido de nitrógeno (NO) y productos de quema de combustibles fósiles incompletas. Asimismo, la presencia de hidrocarburos gaseosos (el metano (CH₄) más abundante en la troposfera) puede ser fruto de la evaporación de solventes, combustibles líquidos y de compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición⁸⁰ o volátiles a temperatura ambiente, este tipo de contaminantes son conocidos generalmente como contaminantes orgánicos persistentes.

La Tabla Nº 4 cuya fuente es la IPCC 2007, compara los datos de los gases de efecto invernadero más importantes desde el primer informe de 1998 a los valores de 2005. A primera vista y como primer comentario, se aprecia un aumento en las concentraciones presentes de prácticamente todos los elementos estudiados. Asimismo, el forzamiento radiactivo aumenta, lo que es esperable si consideramos que estos elementos presentan un RF positivo, esperando entonces que al aumentar su concentración aumentará el % de RF positivo. Estos resultados muestran un aumento en la temperatura ambiental.

⁷⁸ Vid. ATKINSON, R. (2000), "Atmospheric chemistry of VOCs and NO_x". *Atmospheric Environment* 34, 2063-2101.

⁷⁹ Vid. National Research Council (1991), *Rethinking the Ozone Problem in Urban and Regional Air Pollution*. National Academy Press, Washington, DC. El aspecto más crítico del problema del ozono troposférico es su formación en favor del viento y de las grandes zonas urbanas, donde, bajo ciertas condiciones meteorológicas, las emisiones de NO_x y contaminantes orgánicos persistentes pueden dar lugar a concentraciones de ozono de hasta 200-400 ppb. Dicha producción de ozono y oxidantes relacionados con las especies que se llama la contaminación fotoquímica atmosférica, que fue reconocida en la cuenca de Los Ángeles en la década de 1940, cuando las cosechas de hortalizas comenzó a mostrar daños.

⁸⁰ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), p. 118. Si calentamos un líquido, y no existe barrera física que lo impida, se evaporará. La temperatura a la cual su presión de vapor es igual a la presión externa. Este fenómeno se denomina ebullición. La temperatura a la cual se produce este fenómeno de evaporación libre se denomina temperatura de ebullición.

Tabla N° 4
Variaciones en las concentraciones y forzamiento radiativo de los LLGHGs desde 1998 (estimaciones TAR) hasta 2005

Especies	Concentraciones ^a	y sus cambios ^b	Forzamiento	Radiativo (RF) ^c
	2005	Cambios desde 1998	2005 (Wm ⁻²)	Cambios desde 1998 (%)
CO ₂	379 ± 0.65 ppm	+13 ppm	1.66	+13
CH ₄	1,774 ± 1.8 ppb	+11 ppb	0.48	-
N ₂ O	319 ± 0.12 ppb	+5 ppb	0.16	+11
	ppt	ppt		
CFC-11	351 ± 0.36	-13	0.063	-5
CFC-12	538 ± 0.18	+4	0.17	+1
CFC-113	79 ± 0.064	-4	0.024	-5
HCFC-22	169 ± 1.0	+38	0.033	+29
HCFC-141b	18 ± 0.068	+9	0.0025	+93
HCFC-142b	15 ± 0.13	+6	0.0031	+57
CH ₃ CCl ₃	19 ± 0.47	-47	0.0011	-72
CCl ₄	93 ± 0.17	-7	0.012	-7
HFC-125	3.7 ± 0.10 ^d	+2.6 ^e	0.0009	+234
HFC-134a	35 ± 0.673	+27	0.0055	+349
HFC-152a	3.9 ± 0.11	+2.4	0.0004	+151
HFC-23	18 ± 0.12 ^{f,8}	+4	0.0033	+29
SF ₆	5,6 ± 0.038 ^h	+1.5	0.0029	+36
CF ₄ (PFC-14)	74 ± 1.6 ⁱ	-	0.0034	-
C ₂ F ₆ (PFC-116)	2.9 ± 0.025 ^{f,8}	+0.5	0.0008	+22
CFCs Total ^l			0.268	-1
HCFCs Total			0.039	+33
Montreal (gases)			0.320	-1
Kyoto otros gases HFCs+PFCs+SF ₆			0.017	+69
Halocarbonos			0.337	+1
Total LLGHGs			2.63	+9

Fuentes: FORSTER, P., *et al.* (2007), in IPCC, 2007b, p. 141.

^a Los errores de Proporción de la mezcla de 90% de los intervalos de confianza combinado con los datos de 2005, está incluida dentro de la desviación estándar anual, la medición y la incertidumbre global promedio. Las desviaciones estándar se multiplica por 1,645 para obtener estimaciones del rango de confianza del 90%, lo que supone una distribución normal. Datos para el CO₂ combinan mediciones de la NOAA Earth System Research Laboratory (ESRL) y las redes de SIO, las mediciones de CH₄ combinan los datos de la ESRL y Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE), mediciones halocarbonos son el promedio de ESRL y redes de AGAGE. También se utilizaron datos de la Universidad de East Anglia (UEA) y la Universidad Estatal de Pennsylvania (PSU).

^b Los valores en la etapa pre-industrial son cero excepto para CO₂ (278 ppm), CH₄ (715 ppb; 700 ppb fue utilizado en TAR), N₂O (270 ppb) y CF₄ (40 ppt).

^c Intervalos de confianza del 90% de RF no se muestran pero son aproximadamente un 10%. Este intervalo de confianza es casi en su totalidad debido a los supuestos de transferencia de radiación, por lo tanto las tendencias siguen siendo válidas cuando se citó a una mayor precisión. Datos de mayor precisión se utilizan para los totales y afectan el redondeo de los valores. Cambios porcentuales se calculan respecto a 1998.

^d Los datos se extraen solamente de red AGAGE.

^e No se cuentan con valores de 1998, se utilizan valores de 1999.

^f Datos solamente de UEA (University of East Anglia).

⁸ Los datos de 2003 se utilizan debido a la falta de datos disponibles para 2004 y 2005

^h Datos solamente de ESRL (Earth System Research Library (NOAA))

ⁱ Datos de 1997 de Pennsylvania State University (PSU), Khalil, M.A.K., *et al.* (2003), "Atmospheric perfluorocarbons". *Environmental Science & Technology*, 37, 4358–4361. Datos no actualizados.

^l CFC total incluye 0.009 W m⁻² RF desde CFC-13, CFC-114, CFC-115 y los halones medidos no están actualizados.

5.1. El ozono (O₃) y su presencia en la troposfera

El ozono puede ser el principal producto de la química⁸¹ de la troposfera, y no es necesariamente resultado de una reacción entre dos moléculas de oxígeno, como ocurre en la estratosfera; la energía solar que alcanza esta capa atmosférica no favorece la producción de ozono por vía oxígeno⁸²; sino como consecuencia de una serie de reacciones, comenzando por la fotólisis del dióxido de nitrógeno (NO₂) capaz de absorber energía UV⁸³.

En lo que respecta a su concentración, el ozono troposférico ha aumentado sustancialmente desde la época pre-industrial⁸⁴ notándose un mayor énfasis en las zonas más contaminadas del mundo, lo que ha contribuido al calentamiento por radiación. Las emisiones de precursores del ozono, como el monóxido de carbono, metano, hidrocarburos no metano, los óxidos de nitrógeno, han aumentado como consecuencia del incremento en el uso de combustibles fósiles, quema de biomasa y las prácticas agrícolas intensas. Proyecciones de los modelos indican un aumento lento y constante durante el próximo siglo, pero esta continua recuperación podría verse afectada por el cambio climático futuro⁸⁵.

En el Mecanismo de reacciones Nº 1, se muestran algunas de las secuencias más importantes y determinantes, centrándonos en la formación y destrucción del ozono troposférico, debido a su importancia como contaminante, que es una molécula que contiene tres átomos de oxígeno, y que directa o indirectamente están involucrados prácticamente la totalidad de elementos presentes en esta capa atmosférica.

⁸¹ Dentro de la química que se desarrolla en la troposfera están involucrados distintos elementos fundamentalmente gaseosos que mediante complejos mecanismos de reacciones muchas de estas fotoquímicas dan origen a subproductos, los cuales pueden convertirse en elementos altamente contaminantes y nocivos para el medio ambiente. El polvo o partículas de distinto diámetro participan activamente en los procesos o episodios de contaminación, llegando a transformarse en uno de los contaminantes más agresivos.

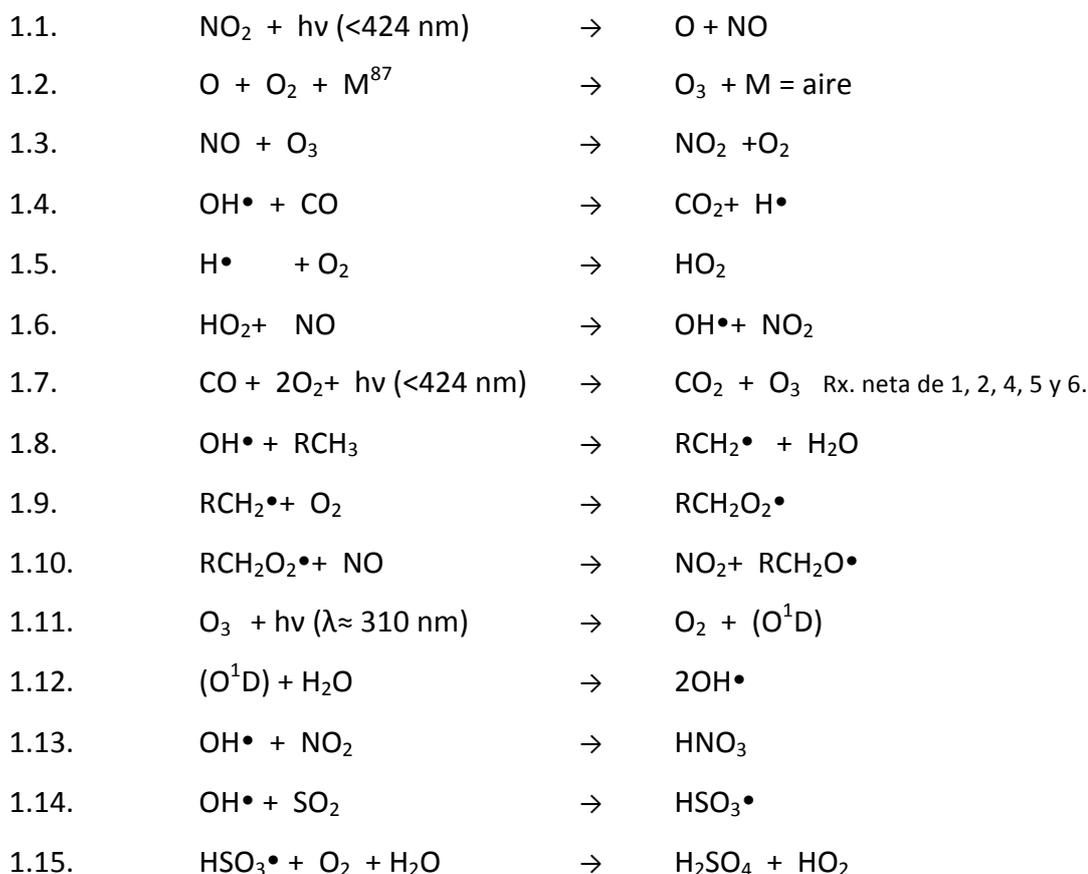
⁸² Vid. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), p. 234.

⁸³ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 230-234. El dióxido de nitrógeno es capaz de absorber la luz UV de alrededor 400 nm, que es de color azul. El átomo de oxígeno, altamente excitado que se produce (reacción 1.1.) reaccionará rápidamente con una molécula de oxígeno para formar ozono, similar a lo que ocurre en la estratosfera (reacción 1.2.).

⁸⁴ *Ibidem*. La concentración de ozono en la época pre-industrial no se conoce a ciencia cierta, razón por la cual se requiere la utilización de modelos estimativos.

⁸⁵ Vid. DENMAN, K.L., *et. al.* (2007). In: IPCC, 2007b, pp. 501-587.

Mecanismo de reacciones Nº 1
Formación y destrucción del ozono⁸⁶ en la troposfera



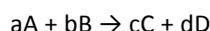
Ante la falta de otro proceso que pueda convertir NO a NO₂, sumado a las condiciones de velocidades y de equilibrio⁸⁸, la concentración de ozono está

⁸⁶ National Research Council (1991), pp.115 y ss.; SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 181-241; HOFZUMAHAUS, A., *et. al.* (2009), "Amplified Trace Gas Removal in the Troposphere". *Science* 26 (June), Vol. 324. Nº 5935, pp. 1702–1704. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (1998), pp. 236-314.

⁸⁷ M aire: representa una tercera molécula capaz de absorber la energía liberada en la reacción, sin la presencia de M, que puede ser cualquier molécula, la reacción inversa se produciría a la misma velocidad, debido a su influencia en la cinética de la reacción en la que participa.

⁸⁸ *Vid.* ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), pp. 804 y ss. El equilibrio es un estado en el que no se observan cambios a medida que transcurre el tiempo. Cuando una reacción alcanza el equilibrio las concentraciones de reactivos y productos permanecen constantes. El equilibrio es un estado dinámico en el que se mantienen iguales las velocidades de dos reacciones opuestas.

En general,



Matemáticamente se expresa:

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

K = cte. de cada reacción en el equilibrio

Si K < 1, se favorece la formación de reactivos. Si K > 1, se favorece la formación de productos.

En esta expresión el numerador es el producto de las concentraciones de los productos elevadas a sus respectivos coeficientes estequiométricos, análogamente el denominador es el producto de las

relacionada con el coeficiente de concentración NO_2/NO ⁸⁹ durante el día. Durante las horas iniciales del día, con los primeros rayos de Sol y las emisiones del transporte, la fotólisis del óxido de nitrógeno (reacción 1.1.) se produce, iniciando el mecanismo de producción de ozono. Cabe tener en cuenta que los niveles de ozono no pueden superar los de dióxido de nitrógeno (NO_2) debido a que el primero requiere un átomo del segundo para su formación. Asimismo, el monóxido de nitrógeno (NO) generado (reacción 1.1.) puede reaccionar con el ozono para producir NO_2 (reacción 1.3.), reacción que impediría el desarrollo del mecanismo completo, en la que existe una participación de varios elementos y condiciones subyacentes. De no ocurrir esta última situación, el mecanismo de reacción que se concreta en la reacción neta (reacción 1.7.), pone en evidencia la participación directa de una serie de elementos presentes y generados, además de aquellos que participan indirectamente, demostrando la sensible conexión existente entre los componentes de la atmósfera. Cabe señalar que ni el $\text{OH}\cdot$ y el OH_2 se consumen en este ciclo de reacción, lo que puede inducir a considerarlos como catalizador de oxidación de CO a CO_2 .

Clave y determinante en este mecanismo de formación de ozono, es la presencia de hidrocarburos debido a que estos compuestos reaccionan con el monóxido de nitrógeno (reacción 1.10.)⁹⁰, evitando que reaccione con el ozono para volver a formar dióxido de nitrógeno (reacción 1.3.). En presencia de radicales⁹¹

concentraciones de los reactivos elevadas también a sus respectivos coeficientes estequiométricos. Los cambios que afectan el equilibrio se basan en el Principio de *Le Chatelier*, en donde establece que un sistema en equilibrio es perturbado por un cambio de temperatura, presión o concentración de uno de sus componentes, el sistema desplazará su posición de equilibrio de modo que se contrarreste el efecto de la perturbación. En el caso particular de la concentración,

-A mayor concentración en los productos el equilibrio tiende a desplazarse hacia los reactivos para compensar la reacción (el equilibrio se va hacia la izquierda).

-A mayor concentración en los reactivos, el equilibrio tiende a desplazarse hacia los productos (el equilibrio se va hacia la derecha).

⁸⁹ Vid. TIE, X., *et. al.* (2002), "Global NO_x Production by Lightning", *Journal of Atmospheric Chemistry* 43: 61–74, Printed in the Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

⁹⁰ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 191-192. Estos radicales formados contienen un enlace C-O que por sus características debilita el enlace O-O, convirtiéndola en altamente reactiva y con facilidad de perder un átomo de oxígeno. Un radical peróxido (en este caso particular este radical se denomina alquilperóxido $\text{RCH}_2\text{O}_2\cdot$), puede reaccionar con monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de azufre (SO_2), alquenos (moléculas orgánicas que contienen doble enlace $\text{C}=\text{C}$), etc. R representa un fragmento orgánico.

⁹¹ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), pp. 290-292. Los radicales o radicales libres, son especies químicas como átomos, moléculas o iones, cuya característica es que presentan, electrones desapareados lo que provoca que presenten una configuración electrónica abierta; provocando generalmente un elevado nivel de reactividad.

peróxido ($\text{RCH}_2\text{O}_2\bullet$), el dióxido de nitrógeno catalizará⁹² la formación de ozono (reacción 1.1.) siendo el resultado último el aumento de la concentración de ozono (reacción 1.7.) y eventual acumulación.

La formación de los radicales peróxido se produce de la reacción entre un radical alquilo ($\text{RCH}_2\bullet$) y oxígeno (reacción 1.9.). Ahora bien, esta reacción es posible debido a la ocurrencia de la reacción entre el radical hidroxilo ($\text{HO}\bullet$) y una molécula orgánica (RCH_3) (reacción 1.8.), que le retira un hidrógeno para formar agua (H_2O) y el radical alquilo ($\text{RCH}_2\bullet$).

Un elemento clave en la química de la troposfera por regir los procesos de degradación de los contaminantes del aire, es el radical hidroxilo ($\text{OH}\bullet$), su tarea central fue reconocida por Levy en la década de 1970⁹³, condición que ha seguido siendo confirmada llegando a calificarlo como el “limpiador” o “detergente” atmosférico por excelencia. Por sus características la existencia de los radicales $\text{OH}\bullet$ es de corta duración ($<1\text{s}$)⁹⁴, presentando prácticamente un equilibrio en sus reacción de formación y la pérdida. Las reacciones de formación del radical hidroxilo⁹⁵ ($\text{HO}\bullet$) por medio de la fotólisis del ozono (reacción 1.11. y reacción 1.12.), pueden ser consideradas como las iniciadoras de la química de la troposfera.

Como apreciábamos, el mecanismo de formación del ozono (reacción 1.7.) consta de un conjunto de reacciones que pueden ocurrir varias veces hasta que una de las moléculas “sale” o “se quita” en una reacción de terminación. En este tipo de reacciones el radical hidroxilo tiene relevancia, por ejemplo, con la formación de ácido nítrico (HNO_3) (reacción 1.12). Asimismo puede reaccionar con el dióxido de azufre (SO_2) para formar ácido sulfúrico (H_2SO_4) (reacciones 1.13. y 1.14.); ambos ácidos participantes en la llamada “lluvia ácida”, principalmente el segundo.

La Figura Nº 5 muestra las interacciones que presenta el ozono, algunas ya descritas. Cabe destacar, que por elevada reactividad actúa con casi la totalidad de los

⁹² Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), p. 839. «Un catalizador, es una sustancia que acelera una reacción pero no experimenta ningún cambio químico neto. El catalizador disminuye la energía de activación de la reacción suministrando una vía alternativa que evita la etapa lenta determinante de la velocidad correspondiente a la reacción no catalizada...».

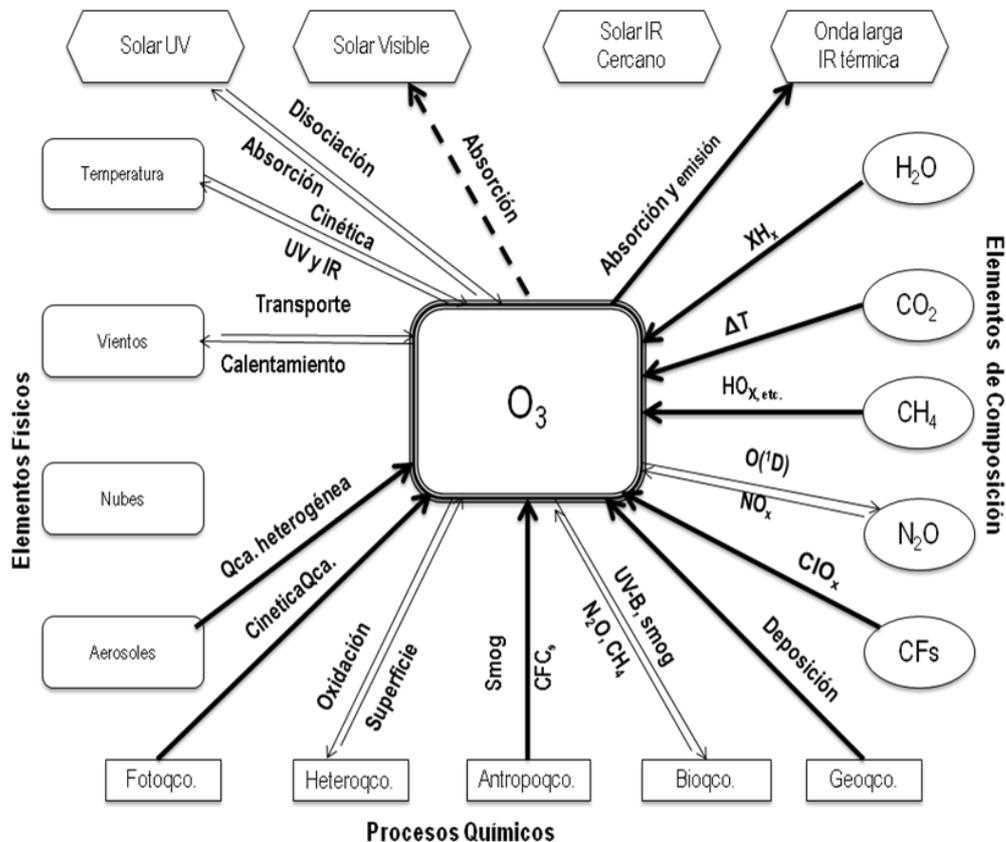
⁹³ Vid. LEVY, H. (1971), “Normal Atmosphere: Large Radical and Formaldehyde Concentrations Predicted”, *Science* 9 (July), Vol. 173. Nº. 3992, pp. 141-143.

⁹⁴ Vid. HOFZUMAHAUS, A. et. al. (2009), “Amplified Trace Gas Removal in the Troposphere”, *Science* 26 June: vol. 324. nº. 5935, pp. 1702-1704.

⁹⁵ *Ibidem*; SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (1998), pp. 236-314.

elementos más importantes de la atmósfera, sean estos físicos o químicos, los medios y la sensibilidad frente a los distintos niveles energéticos de la energía solar.

Figura Nº 5
Interacciones que presenta el ozono
Componente Radiativa



Fuentes: TURCO, R.P. (1992). "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 219

5.2. El dióxido de carbono (CO_2) y su incidencia en el medio ambiente

Este gas es reconocido como el más importante gas de efecto invernadero, acumulando gran parte de los esfuerzos, investigaciones y recursos para controlar el cambio climático, pues los datos que de la situación atmosférica se tienen indican un aumento en su concentración lo que está provocando serios trastornos a los ecosistemas. Cabe recordar, que su presencia es fundamental para la conservación de las especies formando parte del ecosistema general (la composición química de este gas lo relaciona con dos de los ciclos biogeoquímicos más importantes, el ciclo del carbono y el ciclo del oxígeno) desde que la Tierra es habitable.

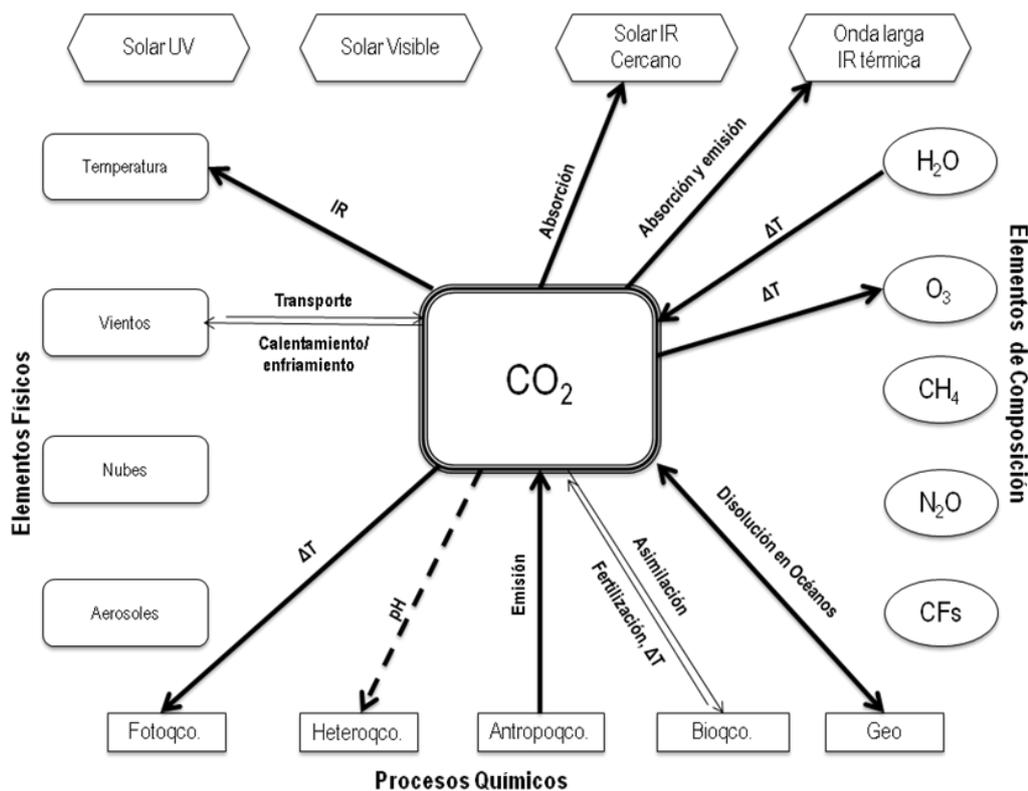
Habiendo logrado un equilibrio “aparente” por siglos solo existiendo fluctuaciones dependiendo de las condiciones de entorno, al tenor de los datos de estas últimas décadas las modificaciones en su concentración ha registrado variaciones al alza, originando la puesta en marcha de una serie de mecanismos de control y estudios, con la consecuente implementación de políticas y normas para intentar controlar un aumento que pone en peligro el equilibrio del ecosistema general.

Algunas investigaciones señalan que con anterioridad a 1750, su concentración atmosférica fluctuaba entre 260 y 280 ppm durante 10 Kyr, las pequeñas variaciones tenían un origen eminentemente natural sin que existiese una acción humana determinante sobre el ciclo del carbono. A partir de este período, el margen de variación aumenta de alrededor de 280 ppm a cerca de 380 ppm en 2005⁹⁶, como consecuencia de un crecimiento sostenido de las actividades humanas. Este incremento sumado a la presencia de otros elementos contaminantes ha dado lugar a un cambio en el clima mundial, provocando un incremento en el forzamiento radiativo (RF) de $1,66 [\pm 0,17] \text{ W m}^{-2}$.

Las emisiones de combustibles fósiles y el recubrimiento de la tierra por cemento han contribuido probablemente con alrededor de tres cuartas partes del incremento del RF, y el resto causado por cambios en el uso de la tierra. Durante la década de 1995 a 2005, la tasa de crecimiento de CO₂ en la atmósfera fue de 1,9 años ppm⁻¹ y la RF de CO₂ aumentó un 20%, este es el mayor cambio observado para cualquier década al menos en los últimos 200 años. De 1999 a 2005, las emisiones globales de combustibles fósiles y la producción de cemento aumentaron a un ritmo de aproximadamente el 3% yr⁻¹.

⁹⁶ Vid. FORSTER, P., *et. al.* (2007), pp.137-140; TURCO, R.P. (1992), “Atmospheric chemistry”, en TRENBERTH, K.E. (1992), pp. 201 y ss.; BOUBEL, R.W., *et. al.* (1994), pp. 3-33.

Figura Nº 6
Interacciones del dióxido de carbono
Componente Radiativa



Fuentes: TURCO, R.P., (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 216. Diagrama que muestra las interacciones fisicoquímicas del dióxido de carbono.

5.3. El gas metano (CH_4)

El metano (CH_4) es el segundo gas de efecto invernadero⁹⁷ en importancia después del dióxido de carbono. Sus fuentes pueden ser: naturales y antropogénicas, dentro de las primeras se encuentran los humedales, océanos, bosques, ganadería, fuego, fuentes geológicas y térmicas; en lo que respecta a las antropogénicas se pueden incluir los cultivos de arroz, rellenos sanitarios, gas natural y refinado de petróleo, las actividades agrícolas, la minería del carbón; fuentes fijas y móviles de combustión de derivados del petróleo, tratamiento de aguas residuales y de procesos industriales determinados⁹⁸. En lo que atañe a sus fuentes de emisión, estas pueden ser: biogénicas o no-biogénicas, dicho de otro modo, si presentan un origen biológico o no. Las primeras que incluye a los humedales, la agricultura del arroz, la quema de

⁹⁷ Vid. TURCO, R.P. (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 224, Este gas tiene la capacidad de absorber directamente la energía IR proveniente del Sol.

⁹⁸ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 165 y ss.

biomasa y de los animales rumiantes representan más del 70% del total global⁹⁹ de las emisiones de este hidrocarburo.

En lo respecta a su concentración atmosférica, al igual que lo ocurrido con el dióxido de carbono, este gas también ha experimentado un rápido aumento¹⁰⁰ de alrededor de 700 ppb¹⁰¹ en el año 1750 a un valor cercano a los 1775 ppb en 2005¹⁰².

Los datos sobre los niveles de CH₄ existentes corresponden a mediciones atmosféricas directas del gas emitido realizadas en varios puntos en ambos hemisferios durante los últimos 25 años. Estas indican que a pesar del incremento de un 30% durante este período, su tasa de crecimiento ha disminuido considerablemente desde los máximos de más de 1% yr⁻¹ a finales de la década de 1970 e inicios de la década de 1980, y a mínimos cercanos a cero a finales de la década de 1990¹⁰³. Este estancamiento en la tasa de crecimiento comenzó en la década de 1980, pasando de 14 ppb año⁻¹ (cerca de 1% yr⁻¹) en 1984 a cerca de cero en 1999 y 2005, de acuerdo a los datos aportados por la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*)/GMD (*Global Monitoring Division* (NOAA))¹⁰⁴. Ahora bien,

⁹⁹ Vid. FORSTER, P., *et al.* (2007), "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing", in IPCC, 2007b, Chapter 2, p. 141.

¹⁰⁰ *Ibidem*, pp. 140-142, citando a SPAHNI, R. *et al.* (2005), "Atmospheric methane and nitrous oxide of the late Pleistocene from Antarctic ice cores". *Science*, 310, 1317-1321. También cita los resultados de HEIN, R., CRUTZEN, P.J.; HEIMANN, M. (1997), "An inverse modeling approach to investigate the global atmospheric methane cycle". *Global Biogeochemical Cycles*, 11, 43-76. WUEBBLES, D.J.; HAYHOE, K. (2002), "Atmospheric methane and global change". *Earth-Science Reviews*, 57, 177-210. WANG, J.S. *et al.* (2004), "A 3-D model analysis of the slowdown and interannual variability in the methane growth rate from 1988 to 1997". *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB3011. MIKALOFF FLETCHER, S.E. *et al.* (2004a), "CH₄ sources estimated from atmospheric observations of CH₄ and its 13C/12C isotopic ratios: 1. Inverse modelling of source processes". *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB4004; CHEN, Y-H.; PRINN, R.G. (2006), "Estimation of atmospheric methane emission between 1996-2001 using a 3-D global chemical transport model". *Journal of Geophysical Research*, 111, D10307. Estimar la tasa neta de las emisiones de CH₄ las concentraciones de metano es de alta complejidad debido a la existencia de múltiples fuentes, para este propósito existen tres mecanismos, (1) extrapolación a partir de mediciones directas de sus flujos entre las fuentes más importantes, (2) por medio de modelos de enfoque ascendente (*bottom-up approach*), y (3) un modelo inverso, que se basa en la modelización distribuida espacial, la composición isotópica temporalmente observaciones continuas de concentración, y en algunos casos en la atmósfera (*top-down approach*).

¹⁰¹ Ppb: partes por billón, unidad de medida para expresar concentraciones. También se puede entender como una partes en mil millones.

¹⁰² Vid. FORSTER, P., *et al.* (2007), in IPCC, 2007b, citando a SPAHNI, R. *et al.* (2005), p. 140.

¹⁰³ *Ibidem*, p. 142, citando trabajos de BLAKE, D.; ROWLAND, F. (1988), "Continuing worldwide increase in tropospheric methane, 1978 to 1987". *Science*, 239, 1129-1131. DLUGOKENCKY, E.J., *et al.* (1998), "Continuing decline in the growth rate of atmospheric methane". *Nature*, 393, 447-450. SIMPSON, I.J., *et al.* (2002), "Implications of the recent fluctuations in the growth rate of tropospheric methane". *Geophysical Research Letters* 29(10).

¹⁰⁴ *Ibidem*. Citando trabajos de DLUGOKENCKY, E.J., *et al.* (2003), "Atmospheric methane levels off: Temporary pause or a new steady-state?". *Geophysical Research Letters* 30(19).

esta tendencia ha sido ratificada por otras fuentes de medición como la red GAGE (*Global Atmospheric Gases Experiment*).

Tabla Nº 5
Fuentes, sumideros y presupuestos atmosféricos de CH₄ (Tg (CH₄) yr⁻¹)^a

Referencias	Hein <i>et. al.</i> 1997 ^d	Wuebbles; Hayhoe, 2002	J.Wang. <i>et. al.</i> 2004 ^d	Mikaloff Fletcher <i>et. al.</i> 2004 ^a	Chen; Prinn, 2006 ^d	TAR	AR4
Años	83-89		94	99	96-2001	98	2000-2004
Fuentes Naturales ^b	231	145	200	260	168		
Fuentes Antrop. ^c	361	358	307	350	428		
Total Fuentes	592	503	507	610	596	598	582
Balance	+33					+22	+1
Suelo	26	30	34	30			
OH troposf.	488	445	428	507			
Perdida Estratosf.	45	40	30	40			
total Sumideros	559	515	492	577		576	581

Fuentes: DENMAN, K.L., *et. al.* 2007), in: IPCC, 2007b, p. 542. Esta Tabla muestra algunos de los resultados generados por los investigadores señalados en el informe.

Donde: (Tg yr⁻¹) de una unidad métrica de masa igual a 10¹² gramos o 1 megatonnes (un millón de toneladas métricas), por año.

^a Estos datos son valores estimados

^b Dentro de las fuentes naturales se encuentran: pantanos, termitas, océanos, hidratos, animales salvajes, incendios forestales. Fuentes geológicas de CH₄ no se incluyen.

^c Dentro de las fuentes antropogénicas encontramos: Energía, minería del carbón, gas, aceites, industrias, vertederos y residuos, rumiantes, agricultura del arroz, quema de biomasa, y vegetación de distinto tipo de carbono orgánico.

Third Assessment Report: Climate Change 2001 (IPCC2001) (TAR): IPCC Third Assessment Report "Climate Change 2001" and the Synthesis Report. It was published to the web by GRID-Arendal in 2003.

Para los expertos estas tendencias a la baja en las tasas de crecimiento no son explicables¹⁰⁵, aunque evidentemente se encuentra relacionada con un

¹⁰⁵ Vid. DENMAN, K.L., *et. al.* (2007), in: IPCC, 2007b, pp. 552-553, citando a PRATHER, M.J., *et al.* (2001), "Atmospheric chemistry and greenhouse gases". In: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [HOUGHTON, J.T., *et al.* (Ed.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press., pp. 239– 287. Asimismo, respecto de la disminución en la tasa de crecimiento y variabilidad del metano, existen distintas hipótesis, algunas de estas citadas en el IPCC de 2007, como la de relacionarla a la implantación políticas que han repercutido en incentivos económicos para disminuir sus emisiones, citando el trabajo de HANSEN, J., *et al.* (2000), "Global warming in the twenty-first century: An alternative scenario". *Proceedings of the National Academy of Sciences of U.S.A.*, 97, 9875–9880.

Por otra parte, existen estudios que consideran la importante la oxidación por el cloro (Cl₂) en la capa límite atmosférica marina, proponiéndose como un receptor adicional para CH₄, podrían constituir una pérdida adicional de alrededor de 19 Tg (CH₄) y⁻¹, GUPTA, M., *et al.* (1997). 12C/13C kinetic isotope effects in the reactions of CH₄ with OH and Cl. *Geophysical Research Letters*. 24, 2761–2764. TYLER, S.C., *et al.* (2000), "Experimentally determined kinetic isotope effects in the reaction of CH₄ with Cl: Implications for atmospheric CH₄". *Geophysical Research Letters*. 27, 1715–1718. PLATT, U., ALLAN, W.; LOWE, D. (2004), "Hemispheric average Cl atom concentration from 12C/13C ratios in atmospheric methane". *Atmospheric Chemistry and Physics*, 4, 2393-2399. ALLAN, W. *et al.* (2005), "Interannual

desequilibrio entre sus fuentes y sumideros. El total de emisiones de CH₄ a nivel mundial se conoce con relativa certeza, aunque el detalle de los niveles de cada fuente en particular y su evolución no es tan claro; esto lleva a la imposibilidad de predecir con exactitud la carga atmosférica futura de CH₄ y el impacto potencial sobre el clima o la química atmosférica. Lo anterior, es consecuencia básicamente de la variedad en el tipo de fuentes, biogénicas o no biogénicas; naturales o antropogénicas.

En la Figura N° 7, se puede apreciar las interacciones que presenta este gas su capacidad de absorción de la radiación IR, condición que lo convierte en el segundo gas de efecto invernadero en importancia. Asimismo se aprecia sus fuentes, las antropológicas, bioquímicas y geoquímicas.

La recolección de nuevos datos sobre los valores de las magnitudes fuentes y sumideros del CH₄, estiman el valor total pre-industrial que fluctuaría¹⁰⁶ entre 200 a 250 Tg (CH₄) y⁻¹, dato que se puede desglosar entre las fuentes naturales de CH₄ emitido entre 190 y 220 Tg (CH₄) y⁻¹, correspondiendo la diferencia al total generado por fuentes antropogénicas, cultivo del arroz, el ganado, la quema de biomasa y residuos¹⁰⁷. En la actualidad el 60% de las emisiones la generan fuentes antropogénicas.

En lo que respecta a los sumideros o disipadores de CH₄ existen de variado tipo, como la oxidación biológica producida en los suelos más secos; su la pérdida en la estratosfera; y por último la de mayor relevancia es la reacción de eliminación¹⁰⁸ que se realiza con el radical libre hidroxilo (OH•), (reacción 2.1.). El papel de la OH• en el

variations of 13C in tropospheric methane: Implications for a possible atomic chlorine sink in the marine boundary layer". *Journal Geophysical Research*, 110.

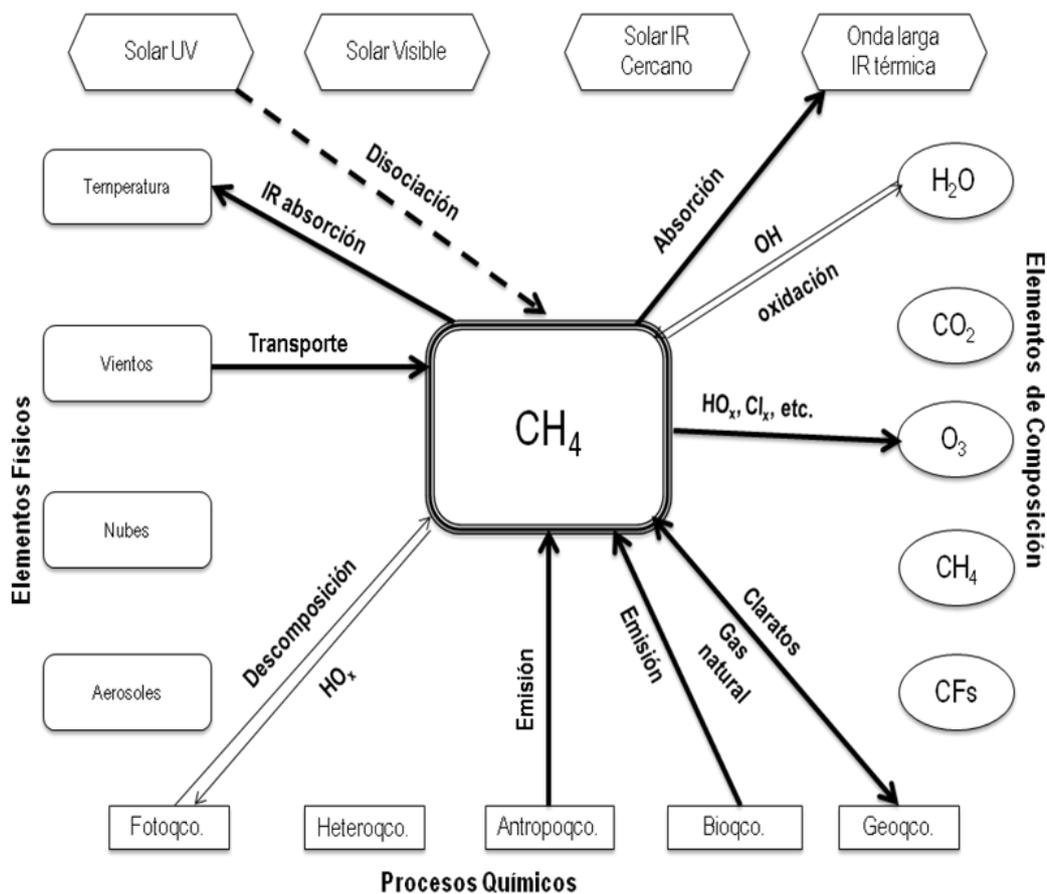
¹⁰⁶ Vid. DENMAN, K.L., et. al. (2007), in: IPCC, 2007b, pp.541-542, citando a CHAPPELLAZ, J.A., FUNG, I.Y.; THOMPSON, A.M. (1993), "The atmospheric CH₄ increase since the last Glacial Maximum (1) Source estimates". *Tellus*, 45B, 228-241. ETHERIDGE, D.M., et. al. (1998), "Atmospheric methane between 1000 A.D. and present: Evidence of anthropogenic emissions and climatic variability". *Journal Geophysical Research*, 103, 15979-15993. HOUWELING, S., DENTENER, F.; LELIEVELD, J. (2000), "Simulation of preindustrial atmospheric methane to constrain the global source strength of natural wetlands". *Journal Geophysical Research*, 105, 17243-17255. FERRETTI, D.F., et al. (2005), "Unexpected changes to the global methane budget over the past 2000 years". *Science*, 309, 1714-1717. VALDES, P.J., BEELING, D.J.; JOHNSON, C.E. (2005), "The ice age methane budget". *Geophysical Research Letters*, 32.

¹⁰⁷ Vid. DENMAN, K.L., et. al. (2007), in: IPCC, 2007b, p.541, citando a HOUWELING, S., DENTENER, F.; J. LELIEVELD, J. (2000), "Simulation of preindustrial atmospheric methane to constrain the global source strength of natural wetlands". *Journal Geophysical Research*, 105, 17243-17255. RUDDIMAN, W.F.; THOMSON, J.S. (2001), "The case for human causes of increased atmospheric CH₄ over the last 5000 years". *Quaternary Science Reviews*, 20, 1769-1777.

¹⁰⁸ Vid. WHYTE, L.D. (1995), *Climate Change and Human Society*. Great Britain: (Arnold) St. Edmundsbury Press, Bury St. Edmunds, pp. 77-81.

control de los niveles atmosféricos de CH₄ es determinante, sin dejar de lado los valores de concentración en la troposfera de vapor de agua y ozono, los cuales están estrechamente relacionados, al aumentar la temperatura el proceso de evaporación aumenta la concentración de vapor de agua, lo que lleva aparejado un incremento en la concentración del radical hidroxilo, lo que implicará una disminución en la concentración de metano¹⁰⁹.

Figura N° 7
Interacciones que presenta el metano
Componente Radiativa

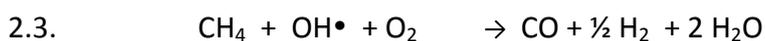


Fuentes: TURCO, R.P. (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 224.
 Esta figura muestra las interacciones que presenta el metano, con los distintos medios y elementos, se aprecia su capacidad de absorber la energía solar de longitud de onda larga. Asimismo, su relación estrecha con los procesos químicos.

Mecanismo de reacciones N° 2
Reacción de eliminación del metano

- 2.1. $OH\bullet + CH_4 \rightarrow H_2O + CH_3\bullet$
- 2.2. $CH_4 + OH\bullet + 9 O_2 \rightarrow CO_2 + \frac{1}{2} H_2 + 2 H_2O + 5 O_3\bullet$ (NO presente)

¹⁰⁹ Vid. TURCO, R.P. (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 225.



Estudios sobre la influencia que presenta el clima sobre la química del metano, han permitido apreciar la estrecha relación entre la concentración atmosférica de CH_4 y la temperatura atmosférica, cayendo y aumentando en fase con la temperatura en el inicio y termino de los episodios de glaciación¹¹⁰. Lo anterior no escapa a la lógica, tomando en cuenta la importancia que presentan las fuentes biogénicas en la generación de este gas de efecto invernadero, y el efecto que el clima o sus variaciones presentan por ejemplo, en los humedales o cultivo de arroz.

5.4. El óxido nitroso (N_2O)

El óxido nitroso es una gas que puede ser producido por fuentes naturales o antropógenas, dentro de las primeras encontramos a los océanos, la oxidación química de amoníaco en la atmósfera y los suelos, siendo los tropicales una fuente de gran importancia por su incidencia en el volumen total. Dentro de las actividades humanas que emiten este gas se encuentran la transformación del nitrógeno presente en los fertilizante y su emisión posterior por los suelos agrícolas; la quema de biomasa; la ganadería; y algunas actividades industriales, como por ejemplo la fabricación de del polímero sintético conocido como “nylon”¹¹¹.

De acuerdo a sus valores de Forzamiento radiativo (RF) es el cuarto gas de efecto invernadero de larga vida¹¹² después del CO_2 , CH_4 y CFC-12. Una de sus características es su absorción de energía IR térmica de onda larga (Figura N° 8). Asimismo, es fotoquímicamente activo en la estratosfera, en donde afecta la concentración de ozono¹¹³.

¹¹⁰ Vid. DENMAN, K.L., et. al. (2007), in: IPCC, 2007b, p.543, citando trabajos de WUEBBLES, D.J.; HAYHOE, K. (2002), “Atmospheric methane and global change”. *Earth-Science Reviews*, 57, 177-210. BROOK, E., et al. (2000), “On the origin and timing of rapid changes in atmospheric methane during the last glacial period”. *Global Biogeochemical Cycles*, 14, 559-572, p. 543,

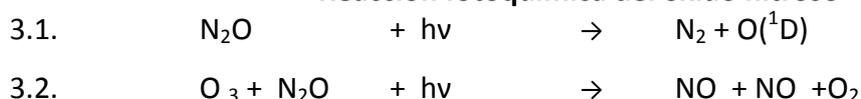
¹¹¹ Vid. DENMAN, K.L., et. al. (2007), in: IPCC, 2007b p.513. El nylon, creado por la empresa química DuPont, es un polímero sintético que pertenece al grupo de las poliamidas. Una amida es un compuesto orgánico cuyo grupo funcional es del tipo “RCONR'”, siendo CO un carbonilo, N un átomo de nitrógeno, y R, R' y R'' radicales orgánicos o átomos de hidrógeno.

¹¹² *Ibidem*, p.553, citando a MONTZKA, S.A., et al. (2003), “Controlled substances and other source gases.”, in Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002. *World Meteorological Organization*, Geneva, pp. 1.1-1.83. Una vez emitido, el N_2O permanece en la atmósfera de aproximadamente 114 años antes de la retirada, la que se produce principalmente en la estratosfera.

¹¹³ Vid. TURCO, R.P. (1992), “Atmospheric chemistry”, en TRENBERTH, K.E. (1992), pp. 219-233. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), pp. 67-75.

La capacidad de absorción de radiación y su largo tiempo de vida, contribuyen directamente al calentamiento troposférico. En la estratosfera sufre descomposición fotoquímica (reacción 3.1.), formando nitrógeno en estado gaseoso. Además la baja o media estratosfera es presencia de ozono reacciona con este para producir oxígeno y monóxido de nitrógeno (reacción 3.2.), siendo responsable de la destrucción de entre un 30-40% de ozono¹¹⁴.

Mecanismo de reacciones Nº 3
Reacción fotoquímica del óxido nítrico



Respecto de a su presencia en la atmósfera, de acuerdo a la IPCC 2000 (TAR), se entregan datos de concentraciones que rondan los 314 ppb en el 1998, un aumento de 44 ppb de su nivel preindustrial de 270 ± 7 ppb, lo que dio un RF de $0,15 \pm 0,02 W m^{-2}$. Entre 1960 y 1999, la concentración de N_2O creció un promedio de al menos dos veces más rápido que en cualquier período de 40 años de los dos milenios antes de 1800¹¹⁵.

Tabla Nº 6
Fuentes globales de NO_x , NH_3 y N_2O ($Tg N yr^{-1}$).

Fuentes	NO_x		NH_3		N_2O	
	TAR	AR4	TAR	AR4	TAR	AR4
Fuentes Antrop ^b . Total	43.1	33.4	42.8	45.5	8.1/4.1	6.7
Fuentes Naturales ^c Total	8.8	8.4- 13.7	10.6	10.6	9.6/10.8	11
Total Fuentes	51.9 (27.2-60.9)	41.8-47.1 (37.4-57.7)	53.4 (40-70)	56.1 (26.8-78.4)	17.7-14.9 (5.9-37.5)	17.7 (8.5-27.7)

Fuentes: DENMAN, K.L., *et. al.* (2007), in: IPCC, 2007b, p.546, Esta Tabla muestra algunos de los resultados generados por los investigadores señalados en el informe. ^b Dentro de las fuentes antropogénicas encontramos: combustión de combustibles fósiles y procesos industriales; aviación; agricultura; quema de biomasa y biocombustibles, excrementos humanos; ríos, estuarios, zonas de costa; deposición atmosférica. ^c Dentro de las fuentes naturales se encuentran: Suelos, vegetación, océanos, iluminación, procesos químicos atmosféricos, Donde: ($Tg yr^{-1}$) de una unidad métrica de masa igual a 10^{12} gramos o 1 megatonnes (un millón de toneladas métricas), por año.

^a Estos datos son valores estimados; AR4 Fourth Assessment Report; TAR Third Assessment Report.

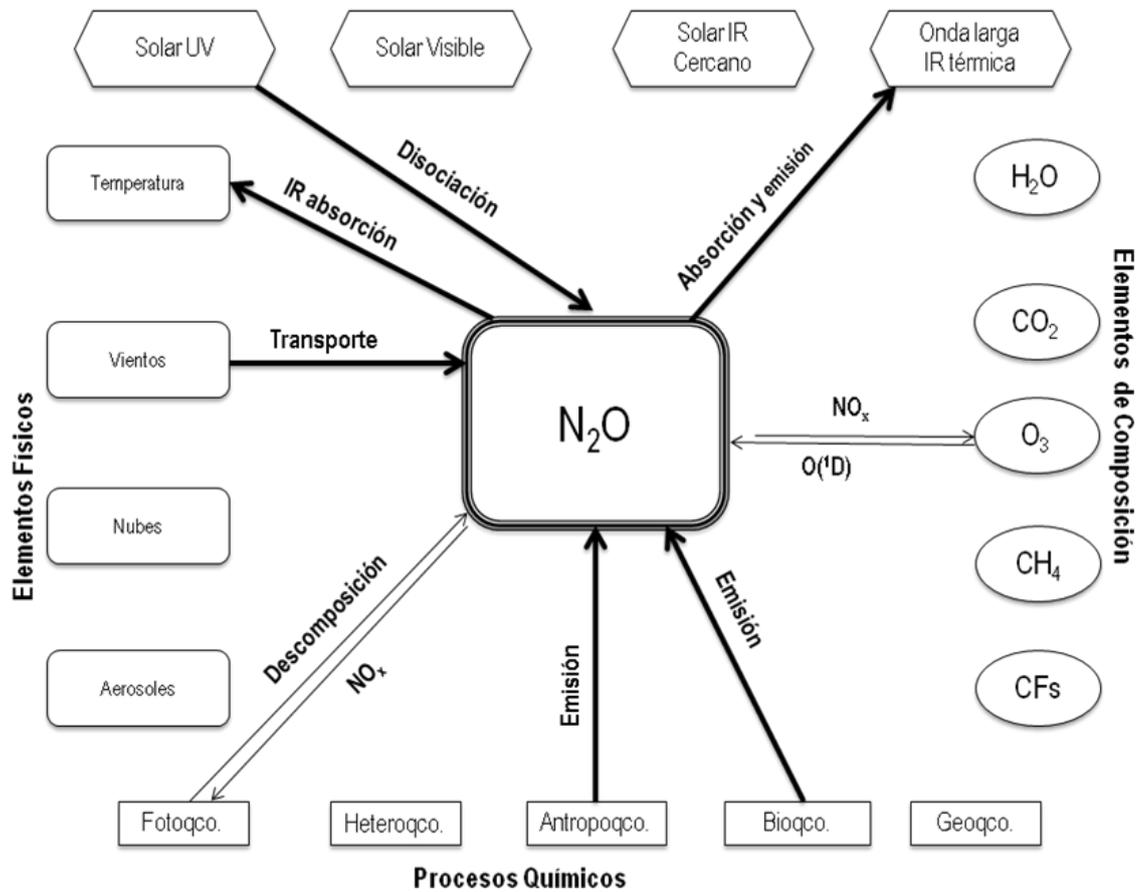
El óxido nítrico presenta grandes semejanzas con los CFCs, los que cuentan

¹¹⁴ Vid. RAVISHANKARA, A.R., DANIEL, J.S.; PORTMAN, R.W. (2009), "Nitrous Oxide (N_2O): The Dominant Ozone-Depleting Substance Emitted in the 21st Century", *Science* 326, 123, pp. 123-125. Al comparar el potencial de agotamiento de la capa de ozono ponderado de las emisiones antropógenas de N_2O con los otros elementos que agotan la capa de ozono, se aprecia que las emisiones de N_2O son las más importantes en la actualidad y se espera que sigan siéndolo durante el presente siglo. Las emisiones de N_2O no están reguladas por el Protocolo de Montreal. La limitación de las emisiones de N_2O futuro ayudarían a mejorar la recuperación de la capa de ozono a partir de su estado de agotamiento y también reduciría el forzamiento antropogénico del sistema climático.

¹¹⁵ Vid. DENMAN, K.L., *et. al.* (2007), in IPCC, 2007b, pp. 544-547.

con gran estabilidad en la troposfera donde son emitidos, y luego de su transporte a la estratosfera participan en la destrucción del ozono a través de cloro o del óxido de nitrógeno.

Figura N° 8
Interacciones de óxido nitroso
Componente Radiativa



Fuentes: TURCO, R.P. (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 2.

5.5. Los clorofluorocarbonos (CFCs) y su presencia en la atmósfera

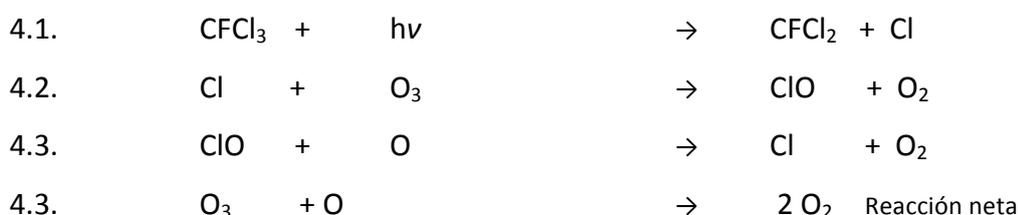
Dentro de los elementos que contienen halógenos¹¹⁶ como son el cloro (Cl₂), o el flúor (F₂), producidos por fuentes no naturales se encuentran los conocidos

¹¹⁶ Vid. BRUCE, P.Y. (2007), pp. 15-36, Los halógenos, son elementos químicos no metálicos que se encuentran del grupo 17 ex grupo VIIA de la tabla Periódica. En estado natural se encuentran como moléculas biatómicas (X₂), siendo los más conocidos son el cloro (Cl₂), flúor (F₂) y bromo (Br₂), etc. Por encontrarse faltos de un electrón para completar su último nivel energético, tienden a la formación del haluro o anión (ión negativo: X⁻). Este haluro será el que formará las sales correspondiente. Esta carencia en su último orbital, hace que paseen una elevada electronegatividad y sean altamente oxidantes.

compuestos Clorofluorocarbonados (CFCs), y los halones que contienen bromo (Br), fruto de síntesis de compuestos orgánicos nomohalogenados.

Los CFCs comenzaron a ser producidos por su gran utilidad como refrigerantes, propelentes de aerosoles, espumas plásticas, etc.; los halones en cambio, han sido utilizados en la extinción de incendios por su capacidad para formar una capa que impide la presencia de oxígeno provocando su extinción¹¹⁷. Paradójicamente, han sido estas ventajas sumadas a su nula toxicidad, no inflamables, y su baja reactividad en la troposfera lo que provoca su ascenso a capas superiores para participar en la destrucción del ozono estratosférico.

Mecanismo de reacciones Nº 4 Reacción de CFCs en la estratosfera

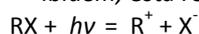


Estos compuestos sintéticos presentan dos características que los sitúan dentro de los gases de efecto invernadero más importantes. Por una parte, presentan una gran capacidad de absorción en el rango de banda que va desde las 8 a las 14 μm, y cuentan una gran estabilidad atmosférica; su fotodisociación comienza en niveles superiores más específicamente en la estratosfera, en donde la secuencia de reacción lleva consigo la destrucción de la capa de ozono (Mecanismo de reacciones Nº4).

La Figura Nº9 muestra las interacciones que presentan los CFCs, las que se desarrollan en la estratosfera debido a su estabilidad en capas inferiores, pues requieren absorber fotones UV para lograr el rompimiento del enlace carbono-halógeno, para su posterior reacción con el ozono¹¹⁸.

¹¹⁷ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 208-209.

¹¹⁸ *Ibidem*, esta reacción muestra la reacción fotoquímica de ruptura de la molécula de CFC:



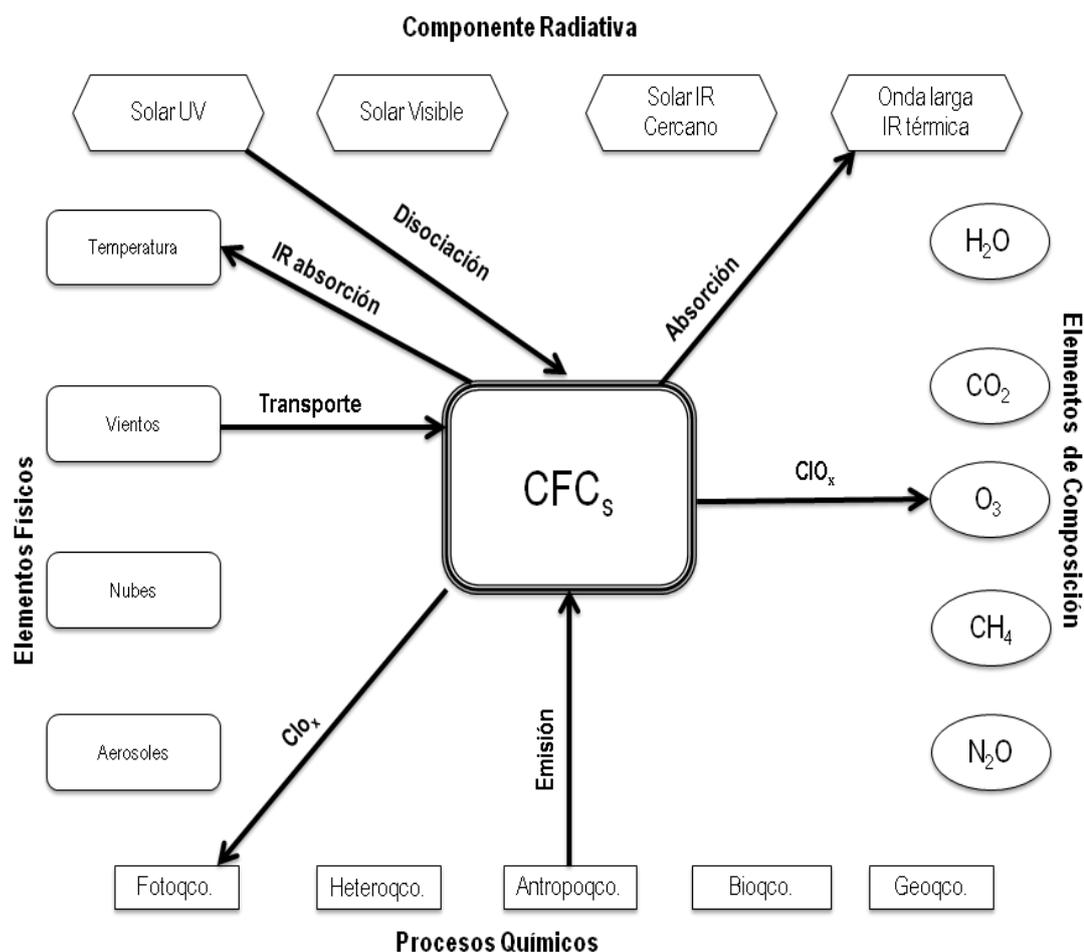
Donde:

RX: CFC

R⁺: parte orgánica

X⁻: halógeno que reacciona con ozono

Figura N° 9
Interacciones de los CFCs



Fuente: TURCO, R.P. (1992). Atmospheric chemistry, en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 230. Los compuestos Clorofluorocarbonados son producidos y emitidos por el Hombre a la atmósfera directamente. Con elevada estabilidad que permanece hasta que logran la capa superior atmosférica, la troposfera, en la cual son afectados por la radiación UV, produciéndose el rompimiento del enlace carbono-halógeno.

5.6. Los compuestos sulfurados

Las emisiones de compuestos de azufre al igual una parte importante de los contaminantes ambientales pueden tener fuentes antropogénicas y naturales. Las fuentes antropogénicas de azufre lo emiten principalmente como SO_2 como producto de combustión de carbón y petróleo, refinerías de petróleo, y la fundición de metal, representando globalmente cerca del 80% de las emisiones de azufre. Por su parte, las emisiones naturales de azufre son principalmente de los océanos y de volcanes¹¹⁹.

Químicamente el SO_2 se oxida fácilmente a sulfato (SO_4^{2-}) siendo este último el que luego de reaccionar con el agua del aire forma el ácido precipitando

¹¹⁹ Vid. SIPIN, M.F., GUAZZOTTI, S.A.; PRATHER, K.A. (2003), "Recent Advances and Some Remaining Challenges in Analytical Chemistry of the Atmosphere". *Analytical Chemistry*, 75, 2929-2940.

posteriormente como “lluvia ácida”.

En general se observa en estos últimos años una considerable reducción de las emisiones de dióxido de azufre, fenómeno que se aprecia fundamentalmente en países desarrollados. Este fenómeno tiene varias explicaciones, por una parte, la introducción de modificaciones en la formulación de combustible, cambios en la matriz energética, como asimismo, de leyes de control de emisiones. En el caso particular de Europeo además podemos agregar la introducción de combustibles más limpios; la desulfurización de los gases líquidos y nuevos procesos industriales; el cierre de industrias pesadas especialmente en la Europa del Este y la antigua Unión Soviética; la regulación ambiental más estricta y los instrumentos económicos, como el comercio de emisiones¹²⁰.

5.7. Las partículas en suspensión (PM)

Las partículas en suspensión (PM, del inglés *Particulate Matter*) son partículas sólidas y líquidas, tanto las partículas orgánicas e inorgánicas se encuentran suspendidas en el aire, formando una mezcla que puede contener, entre otras cosas, polvo, polen, hollín, humo y pequeñas gotas¹²¹. Estas partículas pueden variar en tamaño (desde grueso hasta fino y ultrafino), composición y origen.

Las partículas en el aire pueden ser emitidas directamente, por ejemplo, por procesos de combustión o polvo en suspensión; o indirectamente, formadas por gases contaminantes emitidos al aire previamente.

¹²⁰ El régimen de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979, elabora el Protocolo de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de azufre y de sus flujos transfronterizos de al menos un 30%, Helsinki, 8 julio 1985 (U.N. Doc. ECE/EB.AIR/12; 27 ILM 707, 1988), y el Protocolo a la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica a larga distancia, sobre reducciones adicionales de las emisiones de azufre, Protocolo de 14 de junio de 1994 en Oslo (BOE núm. 150, de 24 de junio de 1998). En este marco se introduce el concepto de cargas críticas y límites de emisiones. Una década después se con el Protocolo de Gotemburgo de 1999 para reducir la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico (BOE núm. 87, de 12 de abril de 2005), octavo protocolo de la Convención de Ginebra, se fijan límites máximos de emisión para el año 2010 de cuatro contaminantes: azufre, NOx, compuestos orgánicos volátiles y amoníaco, valores que se elaboran sobre la base de evaluaciones científicas de los efectos de la contaminación y las opciones de reducción. Según proyecciones se calcula que cuando el protocolo se aplique plenamente, las emisiones de azufre de Europa debe reducirse en al menos 63%, las emisiones de NOx en un 41%, las emisiones de COV en un 40% y las emisiones de amoníaco en un 17% respecto a 1990.

¹²¹ Vid. BRUNEKREEF, B.; FORSBERG, B. (2005), “Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health”. *European Respiratory Journal*, Volume 26, Number 2, 309-318.

En lo respecta a su origen por composición¹²², en general, los dos principales componentes de las partículas son óxidos de azufre o sales como los sulfatos (SO_4^{-2}) y compuestos orgánicos, tanto para las partículas finas ($\leq\text{PM}_{2.5}$) y para las partículas gruesas ($\leq\text{PM}_{10}$). Otro componente frecuente es el nitrato tanto en $\leq\text{PM}_{10}$ como en $\leq\text{PM}_{2.5}$.

Por su parte aquellas formadas de polvo son generalmente de un diámetro mayor (PM_{10}), y las de hollín forman mayoritariamente partículas finas.

Las partículas en aerosol generalmente se encuentran en la capa inferior de la atmósfera, la troposfera, ejerciendo una importante influencia sobre el clima mundial, el medio ambiente, y seres humanos. Sus efectos sobre el clima se presentan por la dispersión, la transmisión, y la absorción de la radiación, como también actuando como núcleos para la formación de nubes. La sal del mar además de ser importantes dispersores de luz y los contribuyentes de núcleos de condensación de nubes, también ofrecen grandes superficies para reacciones heterogéneas.

Sus características las transforman en contaminantes altamente agresivos presentando importantes efectos sobre la salud, sus tamaños permiten el ingreso fácil por la vía respiratoria con agentes de elevada toxicidad.

5.8. Los contaminantes orgánicos persistentes (POPs)

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes¹²³ (en inglés *Persistent Organic Pollutants* (POPs) en adelante nos referiremos a estos contaminantes con sus siglas en inglés), son sustancia químicas que presentan elevada estabilidad lo que se traduce en un alto tiempo de permanencia en el medio ambiente favoreciendo su transporte a gran distancia; además son bioacumulables¹²⁴ debido a su facilidad para incorporarse en los tejidos de los seres vivos, pudiendo ingresar vía cadena trófica. Estas

¹²² Vid. BUZEK, P.R.; POSCAI, M. (1999), "Airborne minerals and related aerosol particles: Effects on climate and the environment". *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, Vol. 96, pp. 3372–3379, March 1999 Colloquium Paper.

¹²³ Vid. KELLY, B.C., et. al. (2007), "Food Web–Specific Biomagnification of Persistent Organic Pollutants", *Science* 317, 236.

¹²⁴ Vid. KELLY, B.C., et. al. (2007), En general, se consideran a las sustancias bioacumulativas aquellas que son hidrofóbicas y solubles en grasa, lo que favorece el aumento de la concentración de la sustancia en los organismos con nivel trófico en aumento. Las sustancias que poseen la propiedad de bioacumularse en niveles peligrosos en los organismos vivos presentan riesgos de salud ambiental y humana.

características los convierten en contaminantes de elevada complejidad, peligrosidad y toxicidad para la salud humana y del medio ambiente.

Algunos de los POPs más abundantes y monitoreados son: POP básicos; aldrin, clordano, dieldrin, DDT, endrin, heptacloro, mirex, toxafeno (P 26, 50, 62), HCB, BPC, 7 indicador BPC; POP tipo dioxina: dl-PCB (EQT), 2,3,7,8-sust. (EQT).

En general existen algunos POPs que se emiten por combustiones incompletas o reacciones químicas de procesos que contienen materia orgánica y cloro. Dentro de estos compuestos se encuentran las dibenzoparadioxinas y los dibenzofuranos policlorados, el hexaclorobenceno, y los bifenilos policlorados. Algunos de los procesos industriales que emiten estos productos químicos son: las incineradoras de desechos de todo tipo, desde urbanos hasta fango cloacal; desechos peligrosos producidos de la combustión en hornos de cemento; producción de pasta de papel utilizando cloro elemental; procesos térmicos de la industria metalúrgica, etc.¹²⁵

5.9. Los compuestos orgánicos volátiles (VOCs)

Los COVs son compuestos que presentan dos características importantes: elevada presión de vapor, y baja solubilidad en agua. En su gran mayoría son productos sintéticos, producidos por la industria para la elaboración de pinturas, lacas,

¹²⁵ Debido al elevado nivel de peligrosidad en el contexto de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, hecho en Ginebra el 13 de noviembre de 1979 (BOE núm. 59, de 10 de marzo de 1983), el Órgano Ejecutivo aprobó el Protocolo sobre contaminantes orgánicos persistentes el 24 de junio de 1998 en Aarhus (Dinamarca). Cuyo objetivo Este protocolo tiene como objetivo final es eliminar las descargas, emisiones y pérdidas de POP, centrándose en 16 sustancias que han sido seleccionados de acuerdo a criterios de riesgo. El protocolo prohíbe la producción y el uso de algunos productos (aldrín, clordano, clordecona, dieldrina, endrina, hexabromobifenilo, mirex y toxafeno). Otros están programados para la eliminación en una etapa posterior (DDT, heptacloro, hexaclorobenceno, dioxinas). Asimismo, restringe en gran medida el uso de DDT, HCH (lindano incluido) y los PCB. El protocolo contiene disposiciones para hacer frente a los residuos de los productos que serán prohibidos. También obliga a las Partes a reducir sus emisiones de dioxinas, furanos, hidrocarburos aromáticos policíclicos y HCB debajo de sus niveles en 1990 (o un año alternativo entre 1985 y 1995). Para la incineración de residuos municipales, peligrosos y médicos, que establece valores límite específicos.. Otro instrumento internacional existente es el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, Estocolmo, 22 de mayo de 2001 (El Convenio de Estocolmo clasifica las sustancias POP en cinco anexos, en función de la eliminación, restricción o reducción de emisiones o de la fase del proceso de evaluación de riesgos en que se encuentren). Este Convenio auspiciado por las Naciones Unidas, tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los POP, eliminando, y cuando esto no sea posible reduciendo, las emisiones y las descargas de estos contaminantes.

productos farmacéuticos, pesticidas, refrigerantes, productos de limpieza, colas y adhesivos, marcadores permanentes y soluciones fotográficas, etc.

Algunos de los COVs más comunes son: la acetona, el benceno, el etilenglicol, el formaldehído, el cloruro de metileno, el percloroetileno, el tolueno, el xileno, el 1,3-butadieno, etc.

Una de las razones por la cual es importante controlar las emisiones de este tipo de compuestos es por su participación con los óxidos de nitrógeno en la reacción fotoquímica para la formación de ozono en la troposfera. Por esta razón al disminuir o eliminar las emisiones de COVs estaremos disminuyendo la concentración de ozono troposférico¹²⁶.

5.10. El vapor de agua (H₂O)

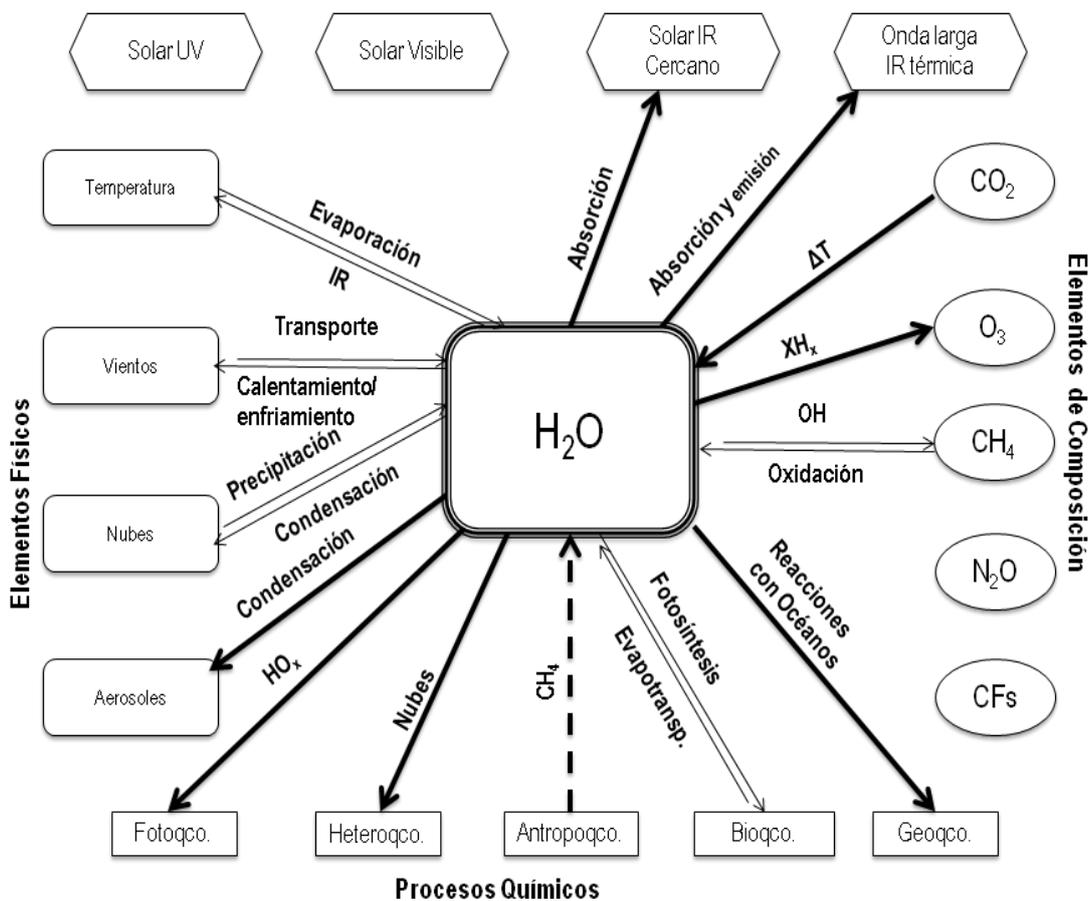
Si bien el vapor de agua no puede ser considerado como un contaminante ambiental, su presencia en la atmósfera, particularmente en la troposfera está muy ligada a la formación y existencia de muchos de los contaminantes atmosféricos. Como principal elemento de la termodinámica de la atmósfera sumado a su capacidad de absorción y emisión de diferentes niveles de energía, lo transforman en un elemento fundamental en la química troposférica. Cabe notar, que es su estado condensado el agua forma nubes las que contribuyen a reflejar y absorber la radiación solar, elemento fundamental en el balance de energía radiante, en el clima, etc.

Todo lo anterior, transforma al vapor de agua en un importante gas de efecto invernadero¹²⁷. Al presentar el vapor de agua incremento exponencial de la presión de vapor de equilibrio del agua con el aumento de la temperatura de la superficie, esto significa que más agua se evapora de sus sumideros intensificando el efecto invernadero y como consecuencia se calienta aún más la superficie.

¹²⁶ En el marco de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, 1979 (BOE núm. 59, de 10 de marzo de 1983), se crea en noviembre de 1991 el Protocolo de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia sobre el control de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y sus flujos transfronterizos, responsables de la formación del ozono troposférico. Con posterioridad, bajo el mismo marco se suscribe el Protocolo de Gotemburgo de 1999 para reducir la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico. Este último protocolo entre otras cosas establece valores límites para las fuentes de emisión específicas: instalación de combustión, la producción de electricidad, limpieza en seco, los coches y camiones; e insta a la utilización de las mejores técnicas disponibles para mantener las emisiones en los estándares deseados.

¹²⁷ Vid. TURCO, R.P. (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), pp. 211-215.

Figura N° 10
Interacciones del vapor de agua presente en la atmósfera
Componente Radiativa



Fuentes: TURCO, R.P. (1992), "Atmospheric chemistry", en TRENBERTH, K.E. (1992), p. 213.

En la Figura N° 10 que muestra las de interacciones del vapor de agua, destacan las existentes con los elementos físicos, aquellos asociados al clima, y los procesos químicos en los cuales interviene. Asimismo, su estrecha relación con los gases efecto invernadero más importantes.

6. El ozono estratosférico.

La estratosfera es una capa atmosférica con baja actividad, que presenta dos funciones principales. Proteger a los organismos vivos de la radiación UV proveniente del Sol, y en segundo término, entregar calor a la atmósfera, provocando su estratificación térmica. El ozono (O_3) que se encuentra presente actúa como filtro al absorber la radiación UV que proviene del Sol, siendo esta protección fundamental

para la conservación de la vida y las especies, debido al alto contenido energético que presenta este tipo de radiación.

La capa de ozono fue descubierta en 1913 por los físicos franceses Charles Fabry y Henri Buisson, siendo el meteorólogo británico GMB Dobson quien estudió sus propiedades y quien desarrolló un sencillo espectrofotómetro (instrumento que podía utilizarse para medir el ozono estratosférico de la tierra). Dobson estableció una red mundial de estaciones de vigilancia del ozono las que continúan generando información en la actualidad¹²⁸.

El O₃ estratosférico presenta una velocidad¹²⁹ de descomposición lenta en comparación con otras reacciones gaseosas que se desarrollan en el mismo ambiente, situación que cambia en presencia de catalizadores. Existen varias especies químicas que pueden actuar como catalizador en la descomposición del ozono estratosférico siendo el óxido nítrico (NO) emitido por los aviones supersónicos; los radicales hidroxilo (OH•); átomos de cloro (Cl) y bromo (Br) presentes en los clorofluorocarbonos¹³⁰; los más relevantes y determinantes.

El O₃ en presencia de estos catalizadores cede un átomo de oxígeno (reacción 5.1.) y luego favorece la formación del oxígeno gaseoso (reacción 5.2.), de este modo el catalizador aporta un "camino" alternativo a la reacción del ozono con los átomos de oxígeno (reacción 5.3.). Cabe hacer notar, que estas reacciones catalíticas no afectan al proceso de formación de O₃, sino únicamente al de destrucción, provocando una disminución en su concentración en estado estacionario.

¹²⁸ Vid. GILLESPIE, A. (2006), *Climate change, ozone depletion and air pollution: legal commentaries with Policy and Science Consideration*. Netherland: Martinus Nijhoff Publishers, pp. 3-9. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), pp. 163 y ss. Este espectrómetro fue llamado "Dobsonmeter", que utiliza la "unidad Dobson", como unidad que representa la cantidad total de ozono en una sobrecarga de la columna, es nombrada en su honor.

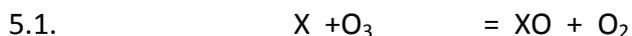
¹²⁹ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), pp. 791-819. La cinética química estudia las velocidades de la reacción, la cuales pueden ser medidas y alteradas. Las velocidades de una reacción química puede depender de variables controlables, como la temperatura, presión, presencia de catalizador, etc. cabe resaltar, que la gran mayoría de las velocidades de reacción dependen de la temperatura, sobretodo las que se desarrollan en fase gaseosa.

En general, una reacción química en cadena tendrá primeramente una etapa de iniciación, seguida de una de propagación y por último, la de terminación.

¹³⁰ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 195-197. Durante el año 1974, los investigadores M. J. Molina y F. S. Rowland, publicaron "Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine-catalyzed destruction of ozone". *Nature* 249:810-812. En este Art. se presentan a los CFCs, productos emitidos antropogénicamente, como catalizadores, por la presencia del radical atómico de cloro (Cl₂) responsables de la destrucción de la capa estratosférica de ozono. Ambos científicos con el investigador Paul Crutzen, ganaron el Premio Nobel de Química el año 1995, por sus trabajos en ozono troposférico.

El mecanismo de reacción de formación y destrucción del ozono estratosférico presenta complejidad debido a fundamentalmente al número de elementos que participan. En el Mecanismo de reacciones Nº6 se presentan cuatro reacciones en las que solamente se aprecia la reacción neta del ozono y los átomos de oxígeno, pero para que estas se produzcan paralelamente deben desarrollarse mecanismos paralelos con otros elementos (por ejemplo, reacción del radical hidroxilo (Mecanismo de reacciones Nº 7)).

Mecanismo de reacciones Nº 5
Destrucción catalítica de la capa de ozono¹³¹ en la estratosfera



Si sumamos ambas reacciones:

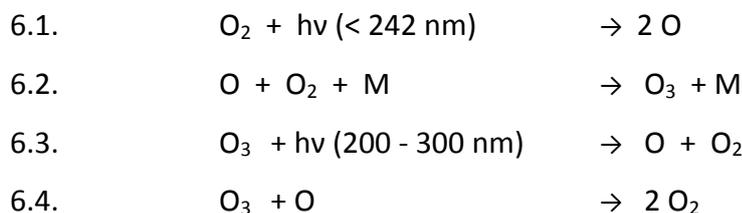


El mecanismo se inicia cuando un radical OH• rompe el enlace a una molécula orgánica, formando un radical orgánico y agua. Paralelamente a la fotólisis del ozono (reacción 7.2.), que forma parte del ciclo de destrucción del ozono (reacción 6.3), el O₃ absorbe un fotón UV destruyéndose y formando oxígeno gaseoso y un átomo de oxígeno. Cabe destacar, que no todo el oxígeno¹³² atómico producido tiene la reactividad suficiente como para formar el radical hidroxilo. El radical hidroxilo se forma a bajas altitudes (reacción 7.3), un átomo de oxígeno con elevada reactividad arranca un protón o átomo de hidrógeno (H⁺) al agua dando como resultado dos radicales hidroxilo muy reactivos. Hay que añadir, que al ser la concentración ozono y la presencia de fotones UV a baja altura escasa, esta reacción es reducida.

¹³¹ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 165-217.

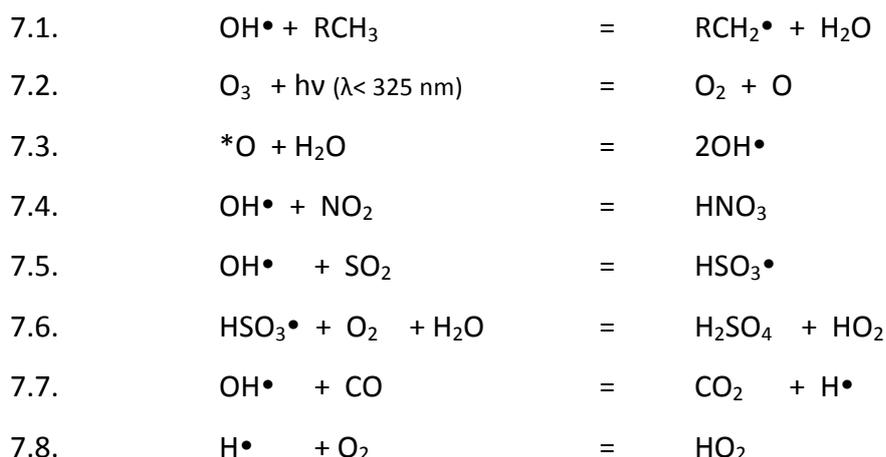
¹³² *Ibidem*, p. 192. Solamente el 2 % del oxígeno atómico formado es suficientemente activo.

Mecanismo de reacciones Nº 6
Formación y destrucción del ozono¹³³ en la estratosfera



El radical hidroxilo participa en otras reacciones (reacción 7.4. – 7.8.) aunque se encuentra en bajas concentraciones, su elevado poder oxidante lo integra activamente en la química atmosférica, como un excelente agente limpiador de la atmósfera.

Mecanismo de reacciones Nº 7
Radical hidroxilo (OH•)¹³⁴



¹³³ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 208-217. SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), pp. 165-217. pp. 204-205. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), pp. 853-856. Este mecanismo se conoce como Modelo de *Chapman*, que explica la formación y destrucción del ozono idealmente, es decir, en una atmósfera que contiene únicamente oxígeno.

Donde:

hv: corresponde al símbolo del fotón

< 242 nm indica el intervalo de longitudes de onda de los fotones que inducen la reacción

M: representa una tercera molécula capaz de absorber la energía liberada en la reacción, sin la presencia de M, que puede ser cualquier molécula, la reacción inversa se produciría a la misma velocidad, debido a su influencia en la cinética de la reacción en la que participa.

¹³⁴ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 204-205.

Donde:

hv: corresponde al símbolo del fotón

< 242 nm indica el intervalo de longitudes de onda de los fotones que inducen la reacción

M: representa una tercera molécula capaz de absorber la energía liberada en la reacción, sin la presencia de M, que puede ser cualquier molécula, la reacción inversa se produciría a la misma velocidad, debido a su influencia en la cinética de la reacción en la que participa.

6.1. Los radicales hidroxilo (OH•):

Estos radicales están involucrados en alrededor del 50% de las reacciones de destrucción del ozono en la parte inferior de la estratosfera, debido a que su producción se lleva a cabo en niveles de altitud que corresponde a la troposfera. El mecanismo de reacción N° 7, reacción 7.3., describe su formación a partir de oxígeno excitado y agua.

6.2. El óxido nítrico (NO):

El NO es un gas incoloro y poco soluble en agua, que se forma en la baja atmósfera en cantidades escasas, como resultado de procesos de combustión y tormentas, siendo estas últimas con los incendios forestales, dos fuentes naturales. En la troposfera se produce su destrucción como resultado de su oxidación a ácido nítrico, (Reacción 7.4).

6.3. Los clorofluorocarbonos (CFCs):

Tanto el cloro (Cl) como el bromo (Br), son dos importantes catalizadores en las reacciones de destrucción del ozono estratosférico. Ambos halógenos creados naturalmente se encuentran en elevadas concentraciones a nivel troposférico, participando en múltiples reacciones orgánicas e inorgánicas, dando como resultado una escasa migración a capas superiores, siendo la fuente antropogénica de estos compuestos halogenados la con mayor incidencia en la concentración total presente en la estratosfera.

Asimismo existen compuestos organoclorados y organobromados volátiles que son emitidos a la atmósfera de manera natural, siendo destruidos por reacción con el radical hidroxilo en la troposfera (Reacción 7.1). Por su parte, dos de las especies de origen natural más estables que contribuyen de modo significativo a la destrucción del ozono estratosférico son el cloruro de metilo (CH₃Cl) y el bromuro de metilo (CH₃Br).

7. **Acidificación y eutrofización: fenómenos originados como consecuencia de la contaminación**

El ecosistema consiste en dos componentes básicos que se encuentran estrechamente interrelacionados: una parte viva o biótica y una parte física o abiótica. Si tomamos un bosque como ejemplo de un ecosistema natural, encontraremos dentro de sus componentes bióticos microorganismos, plantas, y distintos tipos de animales; y dentro de su parte abiótica podemos mencionar a la atmósfera, el clima, el suelo y el agua. Ahora bien, cada componente tiene la capacidad de transformación o modificación del ambiente abiótico. Es así como por ejemplo la parte superior del árbol formado por hojas verdes mediante el proceso de fotosíntesis captará energía para las regiones inferiores más alejadas de la luz y con temperaturas menores; los pájaros comerán los insectos, manteniendo en equilibrio entre los organismos que comparten el mismo recurso alimentario. De este modo las interacciones entre ambiente biótico y abiótico tienden a mantener los equilibrios necesarios para su subsistencia. Fenómenos como la acidificación y eutrofización, rompen estos equilibrios, impidiendo el natural desarrollo de los organismos vivos.

En adelante revisaremos estos fenómenos considerados como objetivos básicos dentro del régimen de la CLRTAP.

7.1. **La “lluvia ácida” o deposición ácida**

Uno de los efectos más nocivos que la contaminación atmosférica produce al medio ambiente es la llamada acidificación del medio y que se origina fundamentalmente por efecto de la llamada “lluvia ácida”, “deposición ácida” o “precipitación ácida”. Este fenómeno trae como consecuencia una pérdida de la capacidad neutralizante del suelo o del agua provocada por la alteración del pH o índice de acidez.

Se tiene constancia de las primeras observaciones sobre los efectos en los ecosistemas de la deposición ácida en el siglo XX, en Noruega, donde hace más de 100 años la disminución de la presencia y de captura de salmón y trucha en sus ríos, dio cuenta de la relación entre aumento de acidez y estos fenómenos¹³⁵. Aunque diversos

¹³⁵ Vid. HETTELINGH, J-P., *et. al.* (2004), “Air pollution effects drive abatement strategies”, Chapter 5, en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005). *Learning the air: 25 years of the Convention on Long-range*

estudios se continuaron realizando fue hasta 1968, cuando el Sr. Svante Odén publicó sus observaciones sobre la acidificación en curso de las aguas pluviales y de superficie, donde se vincularon las observaciones a las fuentes y efectos.

El científico atribuyó la acidificación al aumento de la quema de carbón y petróleo en Europa, y consideró la deposición ácida como la causa de la extinción de peces en los lagos escandinavos, y los efectos de acidificación sobre los suelos forestales¹³⁶. Sus observaciones e informes se convirtieron en punto de partida, no solamente para que la clase política ubicara esta cuestión en la agenda, sino también, para que la investigación científica sobre los efectos de la deposición de azufre y de nitrógeno se desarrollara.

La “lluvia ácida” se produce como consecuencia de las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, vertidos a la atmósfera mediante fuentes naturales y antropogénicas; dichos óxidos reaccionan con radicales hidroxilos y vapor de agua presentes en la atmósfera dando como producto ácido sulfúrico y nítrico respectivamente, los cuales pueden precipitar a la superficie terrestre o marina mediante precipitaciones, originando la “lluvia ácida” (otro agente aunque de menor importancia es el amoníaco). Asimismo otra fracción puede ser transformada en coloide¹³⁷ adquiriendo el estado gaseoso o de emulsión, precipitando como seca. Cabe destacar que el transporte de estos ácidos en cualquiera de sus estado puede abarcar distancia de gran magnitud debido a su alto nivel de estabilidad, otorgándole a este fenómeno la calidad de contaminación transregional o transnacional, pudiéndose

Transboundary Air Pollution. Geneve: United Nations Pubns, pp. 59-62. Los estudios demostraban que los primeros organismos afectados con la disminución del pH eran crustáceos, con posterioridad se produce la extinción de salmón a un pH de 5,5 y, finalmente, conduce a una cuenca en la que sólo aumenta el musgo blanco y donde es imposible la existencia de vida, es decir, en un pH por debajo de 4,5. Asimismo se demostró que la deposición ácida originaba una disminución en saturación de bases -la carencia de elementos como el calcio y el magnesio-, cationes de base, que son esenciales para el crecimiento de las plantas en los suelos forestales.

¹³⁶ Para mayor detalle Véase ODÉN, S. (1968), “The acidification of air and precipitation; causes and effects in the environment”. *Science Research Council 1 of Sweden*, Stockholm). Oden basó sus conclusiones en las mediciones de la Red Química Europea del Aire, una química de la precipitación red creada a mediados de 1950.

¹³⁷ Vid. ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), p. 682. El estado coloidal o de fase dispersa consiste en una dispersión de partículas de diámetros minúsculos (diámetros inferiores a 500 nm) de un material en otro, imperceptibles sin microscopio óptico. Los distintos tipos de coloides adquirirán su nombre dependiendo de las dos fases involucradas. Por ejemplo, una emulsión es una dispersión de un líquido en un líquido; un aerosol es una dispersión de un líquido en un gas o de un sólido en un gas.

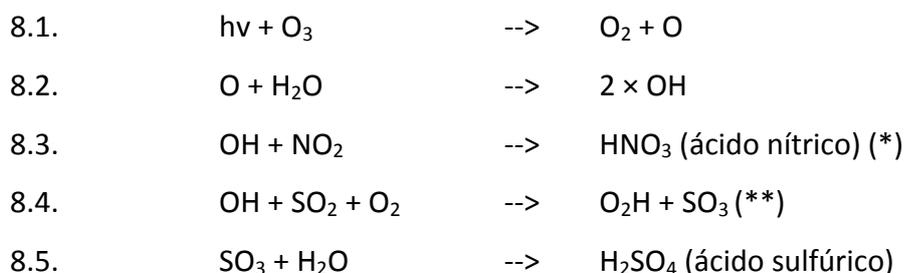
depositar no solamente en zonas próximas sino, en zonas distantes a los focos de emisión de los contaminantes.

En condiciones normales la acidez o pH^{138} del agua lluvia es de 5.6, este valor de pH se debe a su reacción con el dióxido de carbono presente en el aire. En general tanto el ácido sulfúrico como el ácido nítrico, fruto de su reacción con los respectivos óxidos, dan como resultado ácidos con valores de pH cercanos a 1 esto es, de elevado nivel de acidez.

El mecanismo mediante el cual se forman estos ácidos se inicia con la formación de los óxidos durante los procesos de combustión, los que son posteriormente liberados a la atmósfera pudiendo sufrir oxidación dando lugar a la formación de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3). Estos ácidos se disuelven en las gotas de agua existentes en nubes, y pueden regresar a la superficie terrestre mediante las precipitaciones.

El ozono troposférico es una agente que actúa como precursor de los procesos oxidación de la atmósfera. En general el mecanismo de formación de “lluvia ácida” será:

Mecanismo de reacciones Nº 8
Formación de “lluvia ácida” o “deposición ácida”



¹³⁸ Vid. PERSAT, A., CHAMBERS, R.D.; SANTIAGO, J.D. (2009), “Basic principles of electrolyte chemistry for microfluidic electrokinetics. Part I: Acid–base equilibrium and pH buffers”. *Journal of The Royal Society of Chemistry* 2009 Lab Chip, 9, 2437–2453 |2437 (Published on 07 July 2009 on <http://pubs.rsc.org>. WEINER, R.; MATTHEWS, R. (Ed.) (2003), *Environmental Engineering*. (4th Edition), Amsterdam; Boston: Butterworth-Heinemann, pp. 92-94. El pH es un indicador de la acidez que se encuentra determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H^+). Esta propiedad en clave en la capacidad que tendrá el agua para la disolución de distintos compuestos. El pH del agua puede variar entre 1 y 14. Cuando el pH de una sustancia es mayor de 7, se dirá que presenta un valor de pH básico; si el pH de una sustancia está por debajo de 7, es una sustancia ácida. El pH es un factor logarítmico; cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuirá en una unidad. Cuando una solución se vuelve cien veces más ácida, el pH disminuirá en dos unidades. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H^+) y el número de iones hidroxido (OH^-). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7.

El mecanismo se inicia con la descomposición fotoquímica del ozono en la troposfera formando oxígeno diatómico y un átomo libre de oxígeno (reacción 8.1). El átomo libre de oxígeno se combina con una molécula de agua originando dos radicales hidroxilo (reacción 8.2). El radical hidroxilo muy activo y reacciona por una parte con los óxidos de nitrógeno dando lugar al ácido nítrico (reacción 8.3), o con los óxidos de azufre originando el ácido sulfúrico (reacción 8.4 y 8.5) los cuales pueden ser incorporados en parte a las nubes o condensándose en formando gotas y depositándose posteriormente en el suelo o agua.

Como consecuencia de estas deposiciones se producen cambios en los ecosistemas de manera global, modificando las características químicas y acidificando suelos y aguas superficiales, así como afectando a los seres vivos y bienes materiales existentes en la superficie terrestre. La variación del pH o de la acidez en un medio determinado puede provocar serios trastornos, por ejemplo, la acidificación de ríos y lagos origina el incremento del contenido de iones metálicos, como el ión aluminio (Al) u otros metales pesados como consecuencia del aumento de acidez se disuelven las sales que los mantienen retenidos.

En lo que respecta a los suelos su acidificación puede originar la pérdida por lixiviación de determinados cationes metálicos de carácter básico, como el calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}) o potasio (K^+). Dicha pérdida afecta a la vegetación y a la composición de los acuíferos de la zona, los cuales pueden recibir dichos cationes a través de los procesos de lixiviación¹³⁹.

El efecto de liberación de iones metálicos también se produce en el suelo la combinación de una elevada acidez con la presencia de metales especialmente el aluminio origina una serie de efectos negativos sobre la vegetación como daños en las raíces de los árboles, disminución del crecimiento, debilitamiento de la planta aumentando su sensibilidad y predisposición al ataque de insectos, a enfermedades o a la deficiencia hídrica, decoloración en hojas y defoliación¹⁴⁰.

¹³⁹ Vid. HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), pp. 123-129; WEINER, R.; MATTHEWS, R. (2003), pp. 70-73.

¹⁴⁰ *Ibidem*, pp. 129-133.

7.2. El fenómeno de la eutrofización

La eutrofización se puede definir como el enriquecimiento de nutrientes¹⁴¹ de las aguas superficiales. Este enriquecimiento excesivo produce abundancia de plantas y otros organismos. Como consecuencia de este fenómeno se produce un agotamiento de nutrientes provocando la muerte de esta materia orgánica la cual es oxidada originando así una drástica disminución de la concentración de oxígeno en el agua perdiendo esta última su calidad y condición de apta para la vida.

Cabe destacar que inicialmente la “lluvia ácida” se vinculó en gran medida al azufre, aunque se reconoció que los compuestos de nitrógeno se oxidan en la atmósfera en ácido nítrico, contribuyendo así a la acidificación de las precipitaciones. Estudios realizados a los suelos europeos a partir de 1980, mostraron una importante cantidad de lixiviación de nitratos. Sin embargo no se conocía que los suelos fueran capaces de inmovilizar grandes cantidades de nitrógeno depositado, y que la lixiviación de nitratos se producía sólo en situaciones en las que la deposición alcanzara valores límites. Asimismo las emisiones de amoníaco, después de la nitrificación de los suelos contribuyen a la acidificación de la misma manera que lo hacen los óxidos de nitrógeno. La deposición de nitrógeno ha causado grandes cambios del ecosistema, en particular sobre los suelos pobres donde la vegetación tradicional se ha convertido en pastizales.¹⁴²

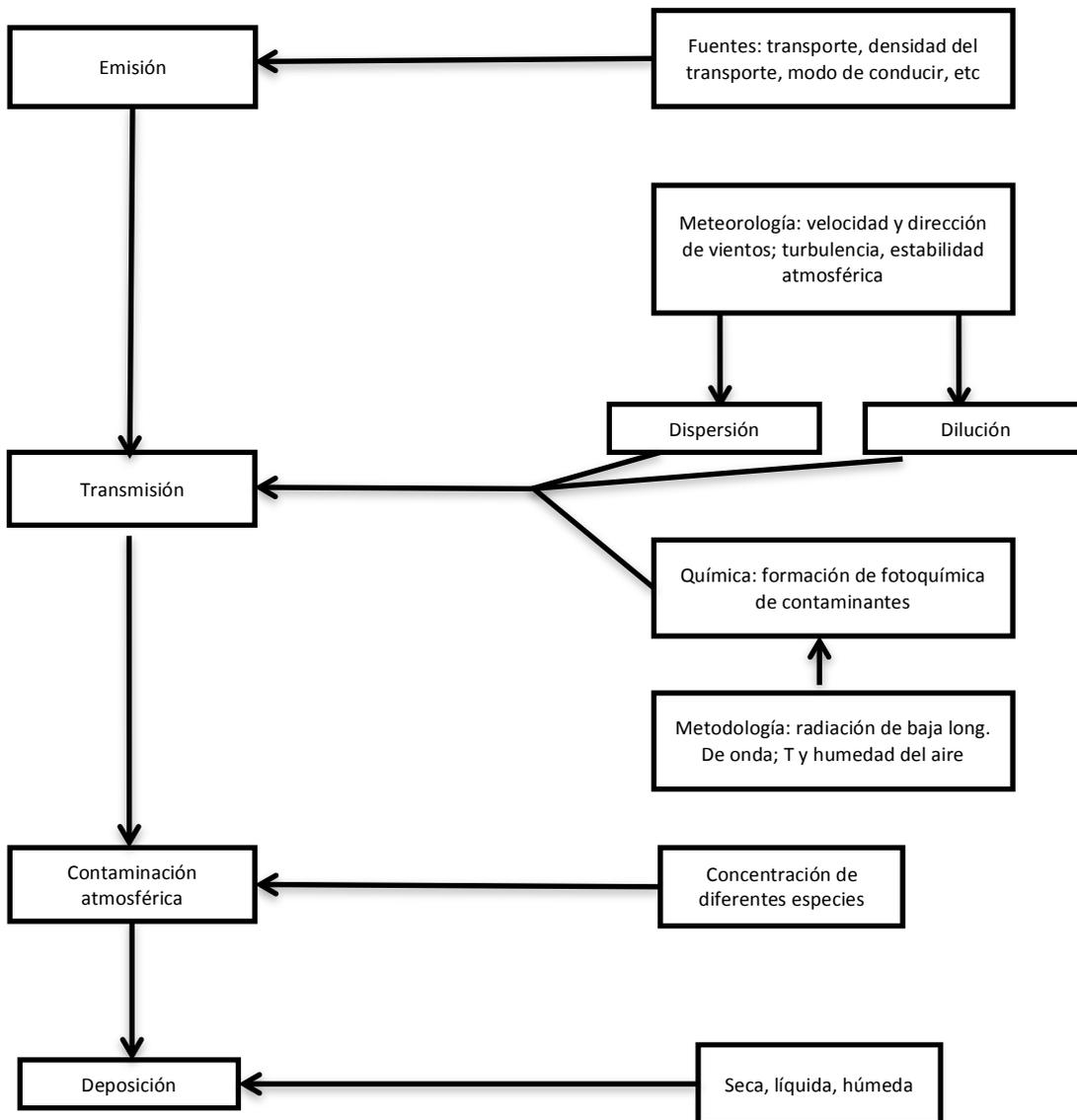
El proceso de eutrofización puede ser natural o cultural, pues a medida que los lagos envejecen se produce un agotamiento natural de la concentración de oxígeno en el agua, debido a la caída de materia orgánica que lo circunda. En cambio la eutrofización cultural o aceleradora, se produce por acción antropogénica en la descarga de aguas negras no tratadas, los residuos provenientes de actividades domésticas, industriales (sólidos y metales de actividades mineras), agrícolas y ganaderas (nitratos, fosfatos, pesticidas, etc.)¹⁴³.

¹⁴¹ Vid. HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), p. 326. El estado trófico de aguas se divide en: *Oligotrófico*, que corresponde a aguas claras con bajas concentraciones de nutrientes, con poca materia orgánica o sedimentos en suspensión y con una mínima actividad biológica. *Mesotrófico*, aguas con concentraciones mayores de nutrientes y, por lo tanto, mayor actividad biológica. *Eutrófico*, aguas extremadamente ricas en nutrientes con alta productividad biológica.

¹⁴² Vid. HETTELINGH, J-P., et. al. (2004), p. 63.

¹⁴³ Vid. NEBEL, B.J.; WRIGHT, R.T. (1999), *Ciencias Ambientales*, (6ª edición), México: Pearson Prentice Hall, pp. 302-303.

Figura Nº 11
Esquema de la trayectoria de la contaminación del aire en medio ambiente



Fuentes: MAYER, H. (1999), "Air pollution in cities". *Atmospheric Environment* 33: 4029-4037, p. 4031

Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos y los nitratos. En los lagos, el principal factor limitante es el fósforo (P), al ser agregado por aportes procedentes de abonos y detergentes provocan que el fósforo pierda este efecto limitante, siendo utilizado por las algas del plancton, aumentando así su población de manera desmesurada hasta agotar el nitrógeno (N) presente en la masa de agua. Esto provoca la proliferación de algas cianofíceas, capaces de llevar a cabo el proceso de fotosíntesis por su contenido de clorofila. Como resultado del aumento de los organismos fotosintéticos, el agua se torna verdosa y turbia, aumentando la

concentración de oxígeno en la superficie. La muerte del fitoplancton provoca su acumulación en el fondo y la aparición de bacterias aerobias que consumen grandes cantidades de oxígeno y generan condiciones anaerobias aptas para la aparición de procesos de fermentación.

8. Los Impactos sociales, políticos y económicos de la contaminación atmosférica

Previo a la redacción del informe elaborado por la Comisión *Brundtland*¹⁴⁴, el progreso social y económico se relacionaba únicamente al desarrollo industrial como mecanismo de generación de riqueza. Situación por la cual la protección al medio ambiente para quienes apostaban por esta tesis constituía un obstáculo al avance y obtención de riqueza.

Uno de los resultados más relevantes del trabajo de esta comisión es el reconocimiento de esta realidad y asumir que el desarrollo debe estar ligado a una calidad de vida íntimamente relacionada con gozar de una vida saludable en armonía con la naturaleza, entre otras cosas. Asimismo reconoce el impacto que tienen los problemas de la contaminación regional del aire, sobre el medio ambiente y factores culturales y sociales. Se pronuncia sobre el aumento en las emisiones de gases a la atmósfera, de origen antropogénico, y sus efectos sobre el aumento de la temperatura promedio y de aquellos que destruyen la capa de ozono. Sin dejar de lado aquellos productos químicos provenientes de otras áreas como la agricultura.

La contaminación del aire de origen antropogénico constituye sin lugar a dudas una de las problemáticas ambientales más importantes que afectan al desarrollo mundial y su complejidad radica entre otras cosas en la variedad y comportamiento de los contaminantes. Dentro de las distintas clasificaciones que se pueden asignar a los contaminantes ambientales una de las más importantes y determinante al momento de abordar su control es si provienen de una fuente directa

¹⁴⁴ CMMAD, *Nuestro futuro común*, Alianza, Madrid, 1988. Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: *Nuestro Futuro Común*. (Informe *Brundtland*). Asamblea General 96ª sesión plenaria de 11 de diciembre 1987 (42/187). La Asamblea General de la ONU en 1983 creó una comisión que entregue una estrategia medioambiental a largo plazo para la obtención de un desarrollo en el tiempo y recomendara los medios necesarios para la obtención de esta meta presidida por la Sra. Gro Harlem *Brundtland*, ex Primera Ministra de Noruega. Esta comisión conocida como Comisión *Brundtland* se formó en virtud de la resolución de la Asamblea general de las Naciones Unidas 38/161, para estudiar los retos críticos ambientales y de desarrollo. El informe elaborado fue publicado en idioma inglés como *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.

o primaria o indirecta o secundaria; los primeros serán aquellos que son emitidos directamente al medio; y los segundos, serán fruto de reacciones químicas originadas en la atmósfera, muchas de las cuales participan contaminantes primarios. La convivencia de numerosos elementos reactivos en condiciones favorables, pueden dar lugar a un sinnúmero de reacciones con el resultado de especies altamente nocivas.

Según el informe GEO 4¹⁴⁵ existe un amplio acuerdo entre la comunidad científica sobre el aumento de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero: dióxido de carbono y metano, influyendo sobre el cambio del clima a nivel regional y general. Por su parte, el informe GEO 3¹⁴⁶ estimaba que la mortalidad fruto de respirar aire contaminado estaba entre los 200,000 y los 570,000 anualmente, valor que corresponde a entre un 0.4 y 1.1 % total de las muertes¹⁴⁷. Aunque la calidad del aire de algunas ciudades ha mejorado considerablemente en estos últimos veinte años, aún existe una mortalidad importante por esta causa. En el año 2004 en Europa se estimaron cerca de 100,000 muertes relacionadas con largas exposiciones en ambientes contaminados¹⁴⁸.

En general, se aprecia una disminución de emisiones contaminantes en regiones más ricas y desarrolladas, una reducción de los problemas de acidificación por la contaminación del aire, y un leve estancamiento en el aumento de las emisiones de partículas y de ozono troposférico, entre otras variaciones. En cambio persiste o se ha incrementado la emisión en países más pobres, y marcadamente en aquellos que están sufriendo un desarrollo industrial significativo, como es el caso de China¹⁴⁹. En algunas regiones del continente asiático se aprecia un incremento de la “lluvia ácida”, y la contaminación del ozono troposférico está ocasionando una reducción importante

¹⁴⁵ Vid. GEO 4.

¹⁴⁶ Vid. GEO 3, *Global Environment Outlook 3, Perspectivas del medio ambiente mundial 2002*, Mundi-Prensa Libros, S. A. para el PNUMA 2002, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

¹⁴⁷ Vid. GILLESPIE, A. (2006), p. 89 y ss. Citando el informe UNEP (2002) GEO3 (Earthscan, London). 211. World Resources Institutes.

¹⁴⁸ Vid. UNECE 2004. The 2004 Substantive Report on the Review and Assessment of air Pollution Effect and their Recorded trends. EB.AIR/WG.1/2004/14/Rev 1 September 21, 2004.5.

¹⁴⁹ Vid. GEO 4, El acelerado crecimiento demográfico, económico y urbanístico, con un traslado significativo de población desde áreas rurales a núcleos urbanos, han generado un aumento en la utilización de combustibles fósiles, con el consiguiente deterioro de la calidad del aire. La OMS en su informe OMS 2000, entrega cifras superiores a 1.000 millones las personas que están expuestas a niveles de contaminación atmosférica que superan los establecidos en sus directrices, en países asiáticos. Asimismo, estima en más de 800.000 las que murieron prematuramente este año debido a la contaminación exterior por PM₁₀ y 1,6 millones debido a la contaminación interior por PM₁₀, según su informe del año 2002.

en el rendimiento y la calidad de las cosechas, etc.

Luego de todas las iniciativas destinadas a disminuir la contaminación del aire desde 1987 aún resulta en muchos casos imposible evitar los graves impactos que esta tiene sobre la salud las economías, el desarrollo social y humano, y ecosistema¹⁵⁰.

Si nos detenemos en la evolución¹⁵¹ que presentan los gases efecto invernadero respecto de su presencia o concentración y variedad, se aprecia su incremento notorio desde el fin de la Segunda Guerra Mundial hasta la década de 1990, debido al desarrollo de nuevas tecnologías y la variedad de productos que surgen. Estos aumentos en las concentraciones de los GEI y aerosoles en la atmósfera, por la cubierta terrestre y por la radiación solar alteran el balance de energía del sistema climático y son factores provocadores del cambio climático; incidiendo sobre la absorción, la dispersión y la emisión de radiación en la atmósfera y en la superficie de la Tierra.

Por su parte la Organización Mundial de la Salud (siglas en ingles WHO) presenta en las *Air Quality Guideline*¹⁵² los valores Estándares de Calidad del Aire (*Air*

¹⁵⁰ Vid. UNECE 2004. The 2004 Substantive Report on the Review and Assessment of air Pollution Effect and their Recorded trends. EB.AIR/WG.1/2004/14/Rev 1 September 21, 2004.5. Las emisiones de sustancias que destruyen la capa de ozono produce un incremento en la radiación ultravioleta (UV-B) fenómeno que afecta a las tasas de cáncer de piel, a los sistemas oculares y al sistema inmunológico, y por tanto tiene implicaciones importantes para la salud pública (datos entregados por la OMS en su informe 2006b). Asimismo, se debe tomar en cuenta que estos rayos son altamente nocivos y afectan los ecosistemas, (GEO3 señala que los efectos en el aumentos del fitoplancton son notorios con al aumento de las radiaciones UV-B)

Por otra parte, se aprecia un notable aumento desde 1987, de los llamados contaminantes orgánicos persistentes y de mercurio (Hg) en la cadena trófica, lo que configura un elevado riesgo de que afecten a la salud humana, a las especies ubicadas en los niveles más altos de dicha cadena, y a la naturaleza en su conjunto.

Uno de los grandes problemas que presenta el manejo y control de los POP, es su transporte a y movilidad a grandes distancias, aunque algunos presentan unos períodos de permanencia bajos.

¹⁵¹ Vid. GEO 4, pp. 165-177; Véase International Panel on Climate Change 2007 (IPCC 2007) *Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R. K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs. Véase WMO Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 51, v Report of the seventh meeting of the ozone research managers of the parties to the Vienna Convention for the protection of the ozone layer.

¹⁵² La primera edición de las directrices de calidad de aire de la OMS para Europa fue publicado en 1987. Puesto que los datos, han surgido nuevos desarrollos en la metodología de evaluación de riesgos, se hace necesario la actualización y revisión de las directrices de manera periódica. Para la realización de la segunda edición se une la División de Bilthoven del Centro de Europa de la OMS para el Medio Ambiente y la Salud el Programa Internacional sobre Seguridad Química (IPCS) y la Comisión Europea. WHO (1987), *Air Quality Guidelines for Europe*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1987 (WHO Regional Publications, European Series, No. 23). La segunda edición, WHO (2000). *Air Quality Guidelines for Europe*, 2nd Ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series No. 91).

Quality Standards” (AQS) el año 2000 como un *update* del primero realizado en 1997, entregando algunos valores guía para las distintas sustancias sobre la base de sus efectos tanto como cancerígenos, orígenes de olores, como también sobre el medio ambiente, como la vegetación, los cuales como veremos más adelante serán asumidos en el marco de la CLRTAP en el Protocolo de Gotemburgo de 1999.

El informe del IPCC 2001¹⁵³, concluía que aunque se lograran los objetivos de Kyoto sería solamente un primer paso para la solución del cambio climático, ya que los cambios provocarían solamente un efecto marginal en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera continuando el calentamiento por varios decenios, al igual que los niveles de los océanos continuarán subiendo por siglos. Por su parte, el Informe especial del IPCC sobre escenarios de emisiones¹⁵⁴ (IEEE, 2000) proyectaba un aumento de las emisiones mundiales de GEI de entre 25% y 90% (CO₂-eq) entre 2000 y 2030, considerando que los combustibles de origen fósil sigan siendo el combustible de uso dominante en el conjunto mundial de fuentes de energía hasta 2030 como mínimo.

Los cuatro GEI más importantes de larga permanencia generados por la actividad humana son: el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y halocarbonos (grupo de gases que contienen flúor, cloro o bromo). Y han aumentado las concentraciones de los tres primeros considerablemente desde 1750, como ya

¹⁵³ Vid. Third Assessment Report: Climate Change 2001 (IPCC, 2001) (TAR).

¹⁵⁴ Vid. IPCC, 2007a, p. 81, Los Escenarios IEEE o Escenarios de emisión fueron desarrollados por Nakicenovic y Swart (2000) y utilizados, en particular, como base para algunas de las proyecciones climáticas contempladas en el Cuarto Informe de evaluación.

Familia de escenarios: Escenarios con líneas argumentales demográficas, sociales, económicas y técnicas similares. El conjunto de escenarios IEEE está integrado por cuatro familias de escenarios, denominadas A1, A2, B1 y B2.

Escenario ilustrativo: Escenario que tipifica alguno de los seis grupos de escenarios referidos en el Resumen para responsables de políticas de Nakicenovič y otros (2000). Contiene cuatro ‘escenarios testimoniales’ revisados para los grupos de escenarios A1B, A2, B1 y B2 y dos escenarios adicionales para los grupos A1FI y A1T. Todos los grupos de escenarios son igualmente consistentes.

Escenario testimonial: Borrador de escenario insertado originalmente en el sitio web del IEEE para representar una familia de escenarios dada. Su selección se determinó en función de las cuantificaciones iniciales que mejor reflejaban la línea argumental y las particularidades de determinados modelos. Los escenarios testimoniales no son más verosímiles que otros escenarios, pero el equipo de redacción del IEEE los consideró ilustrativos de determinada línea narrativa. Figuran, en versión revisada, en Nakicenovič y Swart (2000). Estos escenarios fueron meticulosamente analizados por todo el equipo de redacción y mediante el proceso abierto del IEEE. Se seleccionaron también escenarios ilustrativos de los otros dos grupos de escenarios.

Línea argumental: Descripción textual de un escenario (o familia de escenarios) que expone sus principales características, las relaciones entre las principales fuerzas originadoras y la dinámica de su evolución”.

hemos señalado en párrafos anteriores. Datos entregados por el IPCC 2007, muestran que en 2005, las concentraciones de CO₂ y CH₄ en la atmósfera sobrepasaron de manera considerable los rangos de valores naturales de los últimos 650.000 años. El aumento mundial del primero se atribuye básicamente al uso de combustibles de origen fósil, y a los cambios de uso de la tierra. Los del segundo, también se deberían a las actividades agrícolas relacionadas con la utilización de óxido nitroso (N₂O).

El mismo informe analiza las probables consecuencias de continuar con las mismas o superiores tasas de emisiones de GEI. En este sentido la primera consecuencia directa es continuar con el aumento de la temperatura media mundial con el subsecuente trastorno al sistema climático. Si bien el calentamiento está afectando a toda la superficie terrestre muchos de los efectos se apreciarán como regionales, considerando las características particulares de cada área y la existencia de zonas con mayor vulnerabilidad.

Se aprecian indicios de un calentamiento máximo generalizado en la mayoría de las latitudes septentrionales altas, y mínimo sobre el océano austral y partes del Atlántico Norte, continuando la tendencia observada en estos últimos años. Asimismo, la reducción de áreas cubiertas de nieve y un incremento del deshielo en la mayoría de las regiones de “*permafrost*”¹⁵⁵, abarcando profundidades mayores, y la menor extensión de los hielos marinos; muy probablemente ¹⁵⁶ aumentará la frecuencia de días cálidos, de las olas de calor y de las precipitaciones con mayor intensidad, etc. En general se producirá la intensificación de los fenómenos atmosféricos y climatológicos, afectando de distinto modo e intensidad a todas las

¹⁵⁵ Vid. HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), pp. 15-19. Los permafrost son superficies de terrenos que pueden comprender suelo o roca, materia orgánica junto con hielo; y que permanece a un máximo de 0°C durante al menos dos años consecutivos.

¹⁵⁶ Vid. IPCC, 2007a, si se analiza la tendencia lineal de 100 años entre 1906 y 2005 de 0,74°C, es superior a la tendencia correspondiente de 0,6°C entre 1901 y 2000, estudio que fue entregado por el Tercer Informe de Evaluación (TAR). Este aumento de temperatura está distribuido por todo el planeta y es más acentuado en las latitudes septentrionales superiores, siendo las zonas terrestres las que se han calentado más aprisa en comparación a los océanos.

¹⁵⁶ Vid. IPCC, 2007a. Anexo: Glosario, p. 79. Cuando no existe certeza en la exactitud de los resultados obtenidos el informe se entrega una calificación respecto al Grado de confianza en la exactitud de las afirmaciones:

Grado de confianza muy alto	Como mínimo, 9 sobre 10 de estar en lo cierto
Grado de confianza alto	Aproximadamente 8 sobre 10
Grado de confianza medio	Aproximadamente 5 sobre 10
Grado de confianza bajo	Aproximadamente 2 sobre 10
Grado de confianza muy bajo	Menos de 1 sobre 10

regiones de la Tierra.

La Tabla Nº 7 resume los distintos impactos que producen los cambios en el estado del medio ambiente al bienestar humano¹⁵⁷, concepto que abarca distintos puntos de vista y relaciones frente al medio ambiente, desde el plano económico relacionándolo con la posesión de recursos los que permitirán alcanzar el bienestar básicamente físico, salud, seguridad, alimentación, etc., aquellos recursos “necesarios” para lograr una mejor calidad de vida; como también desde un plano enfocado en bienestar personal y social que en definitiva permitirá alcanzar una relación óptima con el entorno social, cultural y político.

Todas estas alteraciones al medio ambiente tienen distintas incidencias en planos tan variados como el desarrollo socioeconómico y político, la salud y entorno natural. En adelante nos adentraremos en cada unos de estas áreas las que se encuentran íntimamente relacionadas, pero que al mismo tiempo presentan una incidencia particular al desarrollo y bienestar de la sociedad actual y la futura.

Tabla Nº 7
Vínculos entre los cambios en el estado del medio ambiente atmosférico y los impactos ambientales y humanos

Cambios en el estado	Impactos mediatizados sobre el MA y sobre el ecosistema	Impactos en el bienestar humano				
		Salud Humana	Seguridad alimenticia	Seguridad física	Socioeconómica	Otros impactos
Problemas relacionados	con la	Cont.	del aire	en el	exterior	
Concentración/precipitación de criterios contaminantes que no sean O ₃ troposférico D PD V PVD	Exposición a una mala calidad del aire: A PVD D PD	V Enfermedades respiratorias y cardiacas V Fallecimientos prematuros y morbilidad A asma infantil	V rendimiento de las cosechas	V Conflictos sobre mov. transfronterizos	V Costes sanitarios V Años de vida ajustados por discapacidad A Costes del control de la cont.	D Potencial del turismo D Visibilidad A Calima
Concentración/precipitación de criterios contaminantes que no sean O ₃ troposférico D PD; V PVD	V acidificación		A disminución de los bosques y de los ecosistemas naturales	A Corrosión de los materiales	A Costes de mantenimiento de las infraestructuras físicas	D Potencial del turismo

¹⁵⁷ Ese concepto recurridamente utilizado principalmente por los Organismo de Naciones Unidas, es definido en el GEO 4 como “la capacidad y la posibilidad, que tienen los individuos, de llevar una vida que tienen motivos para valorar.

La capacidad de las personas para procurarse una vida que valoren está determinada por una diversidad de libertades instrumentales. El bienestar humano implica tener seguridad personal y ambiental, acceso a bienes materiales para llevar una vida digna, buena salud y buenas relaciones sociales, todo lo cual guarda una estrecha relación con y subyace a la libertad para tomar decisiones y actuar”.

Cambios en el estado		Impactos mediatizados sobre el MA y sobre el ecosistema	Impactos en el bienestar humano				
Problemas	relacionados	con la	Salud Humana	Seguridad alimenticia	Seguridad física	Socioeconómica	Otros impactos
Problemas	relacionados	con la	Cont.	del aire	en el	exterior	
Concentración/ precipitación de criterios contaminantes que no sean O ₃ troposférico <u>D</u> PD; <u>V</u> PVD	<u>A</u> Eutrofización		<u>D</u> Suministro de pesca cuando los nutrientes entran en las aguas superficiales	<u>A</u> Pérdida de biodiversidad	<u>A</u> Problemas causados por malos olores		
<u>A</u> Formación y concentraciones de O ₃ troposférico Hemisferio Norte	<u>A</u> Exposición de las cosechas, ecosistemas naturales y humanos	<u>A</u> Inflammaciones respiratorias mortalidad y morbilidad	<u>D</u> rendimiento de las cosechas	<u>A</u> Pérdida de biodiversidad	<u>D</u> Generación de ingresos (especial para los pobres) <u>A</u> días de actividad restringida		
<u>V</u> Concentraciones de aire tóxico (metales pesados, HAP, COV)	<u>V</u> Calidad del aire	<u>V</u> índice de enfermedades carcinógenas	<u>A</u> Contaminación de la cadena trófica		<u>A</u> Costes sanitarios		
<u>A</u> Emisiones de POP	<u>A</u> Precipitaciones en los ecosistemas naturales <u>A</u> Bioacumulación en la cadena trófica	<u>D</u> Seguridad alimentaria <u>D</u> Salud humana	<u>D</u> Sostenibilidad de los recursos de la pesca		<u>D</u> Valor comercial del pescado <u>A</u> Vulnerabilidad de las comunidades polares		
Problemas	relacionados	con la	Cont.	del aire	en el	exterior	
Criterios contaminantes y tóxicos del aire <u>A</u> PVD	<u>A</u> Población expuesta	<u>A</u> Mortalidad y enfermedades respiratorias			<u>A</u> Vulnerabilidad de las comunidades más pobres	<u>A</u> Impacto sobre mujeres y niños	
Problemas	relacionados	con	el	cambio	climático		
<u>V</u> Concentración de gases de efecto invernadero	<u>A</u> temperatura Eventos climáticos extremos	<u>A</u> Fallecimientos debidos a olas de calor <u>A</u> Enfermedades (intestinales y causadas por vectores)	<u>A</u> riesgo de hambrunas <u>V</u> Producción de las cosechas	<u>A</u> Vulnerabilidad humana	<u>A</u> requerimientos de energía para la refrigeración <u>A</u> Pérdida de propiedades económicas	<u>A</u> amenaza a la forma de vida de las comunidades <u>A</u> Vulnerabilidad de las comunidades más pobres	
	<u>A</u> temperatura de la superficie del mar <u>V</u> Precipitaciones <u>A</u> Fusión del hielo en la tierra y en el mar <u>A</u> acidificación de los océanos						
<u>D</u> Emisiones de sustancias reductoras del ozono <u>V</u> Concentraciones de sustancias reductoras del ozono en la estratosfera	<u>V</u> Radiación UV-B <u>A</u> reducción del O ₃ estratosférico en los polos	<u>A</u> Cáncer de piel <u>A</u> daños a los ojos y a los sistemas inmunes	<u>D</u> Bancos de pesca (impacto en el fitoplancton y en otros organismos) <u>D</u> Producción de alimentos (alteración de la intensidad de las enfermedades)		<u>D</u> tiempo empleado al aire libre (cambio en el estilo de vida) <u>A</u> Gastos para evitar la exposición a la radiación UV-B	<u>V</u> Calentamiento global (debido al largo tiempo de permanencia)	

Fuente: GEO 4, pp. 50-51.

Donde A: Aumento; D: Disminución; V: variable dependiendo del lugar; PVD: países en vía de desarrollo; PD: países desarrollados

8.1. La contaminación atmosférica, su impacto e implicancias en el desarrollo social, económico y político

El equilibrio y composición atmosférica se ve afectado por prácticamente la totalidad de las actividades que desarrolla el ser Humano; el aumento de la población, el desarrollo industrial, el transporte, la agricultura y ganadería; son actividades en las cuales en mayor o menor medida inciden sobre la composición de este medio fundamental para nuestra subsistencia.

En este afán de industrialización y globalización de la economía, la tendencia hacia la apropiación y uso soberano de los recursos naturales ha provocado el surgimiento de un movimiento que aboga precisamente por una gestión que tienda a que estos sean considerados de interés y preocupación de la humanidad.

En este sentido como ya anotábamos en párrafos precedentes, persiste la visión y percepción que históricamente se ha tenido de los recursos naturales, como una fuente inagotable para su utilización como mecanismo de desarrollo económico y no como recurso vital para la supervivencia de la raza humana y su entorno. Prueba de este fenómeno son el agua y el aire, dos de los medios claves para la vida y su consideración como inagotables e ilimitados. Como apuntan FIELD y FIELD¹⁵⁸ la calidad del medio ambiente también puede ser considerada como un activo productivo para la sociedad, esto se debe a que su productividad radica en su capacidad para «sustentar y enriquecer la vida humana», y en determinados casos en la capacidad de asimilación de los residuos generados en los diversos procesos productivos. En este sentido y destacable es que la calidad de dichos activos ambientales estará íntimamente relacionada con la calidad y tipo de residuo generado por el sistema.

Desde la perspectiva económica como apunta SOBRINO HEREDIA¹⁵⁹ los recursos naturales vivos no son apreciados como riqueza natural. En general recursos como los combustibles fósiles, metales preciosos, el agua o recursos forestales, entre otros, son explotados y son vistos por los Estados como fuente de riqueza y desarrollo.

Ahora bien, para encontrar una base a esta noción de soberanía

¹⁵⁸ Vid. FIELD, B.C.; FIELD, M.K. (2003). *Economía Ambiental*. (3ª Edición), Madrid: Ed. Mc Graw Hill, p. 35.

¹⁵⁹ Vid. SOBRINO HEREDIA, J.M. (2008), "Desarrollo sostenible, calentamiento global y recursos vitales para la humanidad". *Anuario da Facultade de Dereito da Universidade da Coruña, Revista juridical interdisciplinar internacional*, 12, 883-904, p. 898.

permanente sobre los recursos naturales nos podemos remontar a la Resolución 523 (VI) del 12 de enero de 1952¹⁶⁰, sobre el “Desarrollo económico integrado y acuerdos comerciales”, la cual dice relación con el derecho que tienen los Estados que carecen de un desarrollo óptimo a disponer libremente de sus riquezas naturales con el objetivo de lograr un progreso en los planes económicos.

Por su parte, la Resolución 626 (VII) del 21 de diciembre de 1952¹⁶¹ pone énfasis sobre el derecho de los Estados a explotar libremente los recursos y las riquezas naturales, pues lo considera como un derecho de los pueblos “inherente a su soberanía y conforme a los principios de la Carta de las Naciones Unidas”. En la misma línea la Resolución de mayor importancia al respecto es la Resolución 1803 (XVII), de 14 de diciembre de 1962¹⁶², cuya adopción se realiza por 87 votos a favor, 2 en contra y 12 abstenciones; y que determina con mayor detalle el contorno y los elementos que pueden estar contenidos dentro del principio de soberanía de los Estados sobre los recursos naturales. Sobre el particular cabe destacar que existen autores como es el caso de FISHER¹⁶³ quien pone en duda el valor jurídico de esta Resolución aduciendo a que no existe una definición claramente explicitada sobre lo que se entiende por este concepto.

Cabe destacar que las resoluciones sobre el particular han continuado sucediéndose con el objetivo fundamental de profundizar en este derecho. Es así como encontramos la Resolución 2158 (XXI) del 25 de noviembre de 1966¹⁶⁴ (I, párrafos 5º, 6º y 7º) donde reafirma el derecho inalienable de los Estados a disponer de sus recursos naturales y el derecho a la participación en la gestión y beneficios de la empresas extranjeras, a las cuales les asigna deberes frente a los trabajadores locales, explotación y comercialización. Sin embargo, una transformación verdaderamente importante se realiza mediante la Resolución 3281 (XXIX) adoptada por la Asamblea

¹⁶⁰ Resolución 523 (VI), 360a. Sesión plenaria, 12 de enero de 1952. Doc. Of., sexta sesión, suplemento núm. 20 (A/2119), pp. 22 y 23.

¹⁶¹ Resolución 623 (VII), 411a. Sesión plenaria, 21 de diciembre de 1952. Doc. Of., séptima sesión, suplemento núm. 20 (A/2361), p. 18.

¹⁶² Resolución 1803 (XVII), 1194a. Sesión plenaria, 14 de diciembre de 1962. Doc. Of., 17ª sesión, segunda comisión, pp. 15 y 16.

¹⁶³ Vid. FISHER, G. (1962), “La souveraineté sur les ressources naturelles”. *Annuaire français de droit international*, volume 8, pp. 516-528. pp. 517-518.

¹⁶⁴ Resolución 2158 (XXI) del 25 de noviembre de 1966, 1478a. Sesión plenaria. Doc. Of., suplemento núm. 16 (A/6316), pp. 29 y 30.

General de Naciones Unidas el 12 de diciembre de 1974 por la cual se proclama la “Carta de Derechos y Deberes Económicos de los Estados”¹⁶⁵.

De los primeros diagnósticos sobre la situación ambiental y el desarrollo económico son los entregados por el llamado Club de Roma¹⁶⁶: “Los límites del crecimiento”¹⁶⁷ y “La humanidad en la encrucijada”¹⁶⁸. Estos informes concluyen que, al contar con un mundo finito, la expansión sin límites tanto de población como de la utilización de recursos para satisfacer sus necesidades pueden provocar daños irreparables al medio ambiente y al entorno. Como medidas a tomar se señala por ejemplo, evitar el crecimiento no uniforme entre Norte y Sur; control del crecimiento poblacional, disminución del consumo de recursos agotables y utilización de recursos renovables, entre otras cosas.

Ahora bien si recordamos el Principio 2 de la Declaración de Río de Janeiro de 1992¹⁶⁹, éste señala que los Estados no pueden explotar los recursos naturales de manera totalmente discrecional aun encontrándose bajo su soberanía;

“De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional”.

Ciertamente dicho Principio ha quedado en letra muerta en muchos casos.

En general un bien se transforma de “bien público” a “bien común” en

¹⁶⁵ Resolución 2381 (XXIX) del 12 de diciembre de 1974, 2315a. Sesión plenaria. Doc. Of., (A/0046). Resolución que nace de la iniciativa del entonces presidente mexicano Luis Echeverría durante la 3ª sesión de la UNCTAD en Santiago de Chile del 19 de abril de 1972.

¹⁶⁶ El Club de Roma es una asociación sin ánimo de lucro, formada por científicos, economistas, hombres de negocios, grupos de influencia, Jefes de Estado –ex y actuales- de los cinco continentes. Fue fundado en el 1968, por 35 personalidades de 30 países, en la actualidad tiene su secretaría general en Hamburgo, y cuenta con un límite máximo de 100 miembros procedentes de 38 países. El Club de Roma realiza estudios y debates sobre una problemática mundial especialmente en el marco ambiental pretendiendo incidir sobre este tema a fin se asuman políticas y acuerdos de carácter global.

¹⁶⁷ Este es el primer informe entregado por el Club de Roma y se realiza en 1972, este estudio se había encargado en 1970 a un grupo de investigadores del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) bajo la dirección de D. L. Meadows, sobre las tendencias y los problemas económicos que amenazan a la sociedad global.

¹⁶⁸ Segundo informe publicado en 1974 a cargo de Mihajlo Mesarovic y Eduard Pestel .

¹⁶⁹ Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992, A/CONF.151/26, vol. III, de 14 de agosto de 1992.

términos económicos cuando el recurso pasa de ser de uso ilimitado¹⁷⁰ no renovable y agotable.

Por su parte, los redactores del informe *Brundtland*¹⁷¹ dedicaron un apartado de su informe a lo denominaron «la administración de los espacios comunes» destacando como algunos de estos a la Antártida y los océanos, poniendo de manifiesto el relevante 70% de superficie del planeta que ocupan.

Al abordar estos conceptos no podemos dejar de mencionar a HARDIN¹⁷² quien trata con profundidad la utilización de los bienes públicos y lo que respecta a la llamada “tragedia de los comunes” nombre que asigno a la tragedia que presentarán dicho tipo de bienes, poniendo varios ejemplos siendo el más conocido para evidenciar este fenómeno el que dice relación con un pastizal abierto para todos. Lo esperado es que cada pastor intentará mantener en estos recursos comunes tantas cabezas de ganado como le sea posible. Esta situación puede funcionar de manera razonablemente bien por siglos gracias a que las guerras tribales, la caza furtiva y las enfermedades fenómenos que contribuirán a mantener un número de pastores y de animales por debajo de la capacidad de carga de las tierras. Sin embargo, al arribar los anhelados momentos de paz y estabilidad social, la lógica inherente a los recursos comunes inmisericordemente genera una tragedia. Como un ser racional, cada pastor busca maximizar su ganancia.¹⁷³

Si bien este artículo es destacado al momento de tratar estos temas sus

¹⁷⁰ Vid. FIELD, B.C.; FIELD, M.K. (2003), p. 82, también conocidos como recursos de libre acceso, siendo aquellos recursos naturales o artificiales a los cuales tienen acceso cualquier individuo que tenga la intención de hacerlo.

¹⁷¹ CMMAD, (1988), pp. 311-341.

¹⁷² Vid. HARDIN, G. (1968), “The Tragedy of Commons”. *Science*, vol. 162, pp. 1243-1248. El autor comienza su artículo analizando el problema del crecimiento de la población mundial y sus derivadas en los recursos alimenticios, concluyendo que la solución no se encontrará en las manos de la tecnología. Y señala que lo que se requiere es una solución moral o ética. Cuestiona soluciones como instalaciones de granjas marinas o las nuevas variedades de trigo; propuestas por algunos científicos. Asimismo, considera que la culpa del problema radica en la propiedad común, lo que deja de manifiesto en su ejemplo de los pastores. Aborda también problemáticas como la contaminación o la degradación de parques nacionales, entregando frases tan dramáticas como «La ruina es el único destino hacia el que todos los hombres se dirigen, cada uno persiguiendo su propio interés en una sociedad que cree en la libertad de los comunes». Entrega a la propiedad privada como alternativa de solución, señalando «Una alternativa a los recursos comunes no necesita ser perfectamente justa para ser preferible. [...] pero la injusticia es preferible a la ruina total». Situando a Hardin desde una postura mercantilista, la primeras cuestiones a resolver serían: quien pone el precio y cual es el precio que debe asignarse a un bien de este tipo, luego el mercado actuará pues el valor monetario serviría para disuadir de su destrucción.

¹⁷³ Vid. SOROOS, M.S. (2005), “Garret Hardin and tragedies of global common”, en DAUVERGNE, P. (Edited) (2005). *Handbook of Global Environmental Law*. Cheltenham, UK: Edward Elgar, pp. 35-49.

críticas por inconsistencia y imprecisiones son bastantes; al respecto AGUILERA KLINK¹⁷⁴ apunta el desconocimiento que Hardin presenta frente al concepto de propiedad, pues señala que este carece de significado si no existe la capacidad de exclusión de aquellos que no son propietarios, por lo tanto al existir libre acceso no puede existir propiedad¹⁷⁵; y si fuese realmente común habrían de por medio acuerdos entre los distintos copropietarios reglando la gestión del o los recursos¹⁷⁶. Para el autor, Hardin en su artículo expone dos grandes paradojas. La primera se presenta al plantear que la solución al hambre, al agotamiento de recursos o a la contaminación pasa por la ética - cooperación - y por la utilización de la técnica; y por otra parte, como fruto de una errónea definición de propiedad común y confundirla con la ausencia de propiedad, hace a la primera responsable de los problemas planteados.

Por su parte SOBRINO HEREDIA¹⁷⁷ considera que el concepto de “bienes comunes de la humanidad”¹⁷⁸, presenta cierta complejidad y controversia dentro del marco jurídico y político al momento de enfrentarlo al derecho de los pueblos de disponer libremente de sus riquezas y recursos naturales. Y al igual que el autor es de utilidad recurrir a PAQUEROT¹⁷⁹ quien en su línea argumental realiza una distinción a tener en cuenta entre «recursos vitales» y «recursos naturales» en la lengua materna de la autora “*ressources vitales*” y “*ressources naturelles*”, señalando que la principal

¹⁷⁴ Vid. AGUILERA KLINK, F. (2006), “El fin de la tragedia de los comunes”, en GORDILLO, J.L. (coord.) (2006). *La Protección de los bienes comunes en la humanidad: un desafío para la política y el derecho del siglo XXI*. Madrid: Trotta, pp. 121-122. Hardin entrega una propuesta de carácter ético a las paradojas que se presentan en torno a los bienes comunes y su tragedia, propuesta que se basaría en la cooperación. Aunque está a favor de la propiedad privada y plantea la coerción acordada como mecanismo de regulación.

¹⁷⁵ Vid. BERGER, S. (2008), “K. William Kapp's theory of social costs and environmental policy: Towards political ecological economics”. *Ecological Economics* 67: 244 – 252. K.W. Kapp considerado uno de los padres de la economía ecológica fue de los primeros en abordar el concepto de “propiedad común” en 1950 en su obra *The Social Costs of Private Enterprise*. Harvard University Press, Cambridge (MA), 1950. Para Kapp la “propiedad común” no significa ningún problema, por el contrario considera que un aprovechamiento «celosamente regulado por hábitos y restricciones institucionales impuestos por costumbres».

¹⁷⁶ Para mayor profundización CIRIACY-WANTRUP, S.V.; BISHOP, R. (1975), “Common Property as a Concept in Natural Resources”. *Policy, Natural Resources Journal*, 15, pp. 713-727.

¹⁷⁷ Vid. SOBRINO HEREDIA, J. M. (2008), pp. 889-899.

¹⁷⁸ Vid. El apartado 3.1 del Capítulo II, donde se aborda el concepto de “*common heritage of mankind*” o “patrimonio común de la humanidad” de manera más detallada y fundamentalmente la consideración de la atmósfera como tal.

¹⁷⁹ Vid. PAQUEROT, S. (2002). *Le Statut des ressources vitales en droit international: essai sur le concept de patrimoine commun de l'humanité*. Bruxelles: Bruylant, pp. 12-15. La autora considera como «recursos vitales» al agua, el aire, el sol y la diversidad biológica, constituyentes y elementos esenciales para la vida, como también para la preservación y distribución, por lo tanto necesaria para el bien común de la humanidad como tal.

característica operacional de los primeros a diferencia de los recursos generales o los recursos naturales es que no tienen la ventaja de poder ser explotados para el desarrollo económico. Bajo esta perspectiva a lo largo de la historia tanto el agua como el aire han sido reconocidos como “bienes públicos”, esto es, de libre uso ilimitado para todos.

Ahora bien, esta visión ha ido cambiando. A partir de evidencias científicas se ha demostrado y puesto de manifiesto que la catalogación del agua como fuente renovable e inagotable, no era ciertamente correcta, convirtiéndose así en un “bien común”, es decir, un “bien económico”, por cierto conservando la característica de no poder ser apropiado. Actualmente el agua es considerada un “bien común” no un “bien público”¹⁸⁰.

Ahora bien, para SOBRINO HEREDIA¹⁸¹ el derecho que les cabe a los Estados a disponer de sus recursos, básicamente por no presentarse una distinción clara entre recursos naturales considerados como materia prima y recursos vitales, no supone «una respuesta satisfactoria a la dimensión internacional de la problemática de los recursos vitales, tanto desde el punto de vista de acceso como de su preservación». Y ciertamente como apunta el autor, la soberanía de los Estados sobre sus recursos naturales ha sido en muchos casos un escollo al momento de proceder a su valoración jurídica para su preservación y protección.

Si bien existen algunos recursos vitales que pueden ser utilizados para la creación de beneficios, como apunta SOBRINO HEREDIA¹⁸² (la diversidad biológica en la industria farmacéutica y la agroindustria, la atmósfera cuando se utiliza la órbita geoestacionaria), el carácter vital debería primar sobre el comercial, pues se tratan de recursos vitales o esenciales para el bien común de la humanidad. En esta perspectiva el autor asumiendo el carácter vital del sistema climático y su evidente deterioro, expone la necesidad de ampliar la noción de «contornos jurídicos restringidos» consideración que presentan zonas con el carácter de patrimonio común de la

¹⁸⁰ El propio Hardin en su publicación *"The Tragedy of Commons"* ponía de manifiesto la dificultad de ciertos bienes como el aire o el agua de «cercar de manera fácil». Aunque sin duda existe mayor complejidad al momento de clasificar la atmósfera no podemos olvidar la imposibilidad de compartimentar o evitar el transporte del aire como gas, la doble normativa con la que cuenta – tema al cual atenderemos más adelante –, y de la importancia política y estratégica, entre otras.

¹⁸¹ Vid. SOBRINO HEREDIA, J.M. (2008), pp. 898-899.

¹⁸² *Ibidem*, p. 900.

humanidad a nuevos espacios donde está en «juego la propia supervivencia de la especie humana» no solamente la actual sino la de generaciones futuras. Es así como recordando la existencia de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos y Oceánicos plantea la conveniencia de la creación de una Autoridad Internacional del Clima¹⁸³.

En semejante línea de planteamiento GORDILLO¹⁸⁴ quien recuerda lo expuesto por Enric Tello respecto del medio ambiente al cual considera « [...], bien común global del que depende nuestra supervivencia como especie) debería ser considerado patrimonio colectivo de la humanidad [...]» y para lograr una gestión de acuerdo a su relevancia requeriría de una organización independiente que velara por este bien. Gordillo considera necesaria la inclusión de principios como los de precaución, prevención o sostenibilidad, propios del derecho ambiental a todo el ordenamiento jurídico.

De acuerdo al estudio “Economía y Cambio Climático” encargado por el Tesoro Británico a Nicholas Stern - ex miembro del Banco Mundial durante el año 2006¹⁸⁵ -, al analizar el costo-beneficio del bienestar colectivo generalmente sobrepasa a los beneficios individuales de los estilos de vida de alto consumo que disfrutan o que aspiran a disfrutar los individuos. Al evaluar los modelos económicos, el Informe estima que si no se toman medidas, los costes y riesgos totales del cambio climático serán equivalentes a la pérdida de al menos el 5% del PIB mundial cada año. Asimismo indica que si asumen una gama mayor de riesgos y los efectos, estas estimaciones pueden superar el 20% del PIB. En cambio, los costos de tomar medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero pueden limitarse al 1% del PIB mundial cada año.

Ahora bien, como ya señalábamos todos los procesos de producción o

¹⁸³ Vid. SOBRINO HEREDIA, J.M. (2008), p. 902. Con una estructura institucional permanente, con capacidad financiera y competencias que le permitan la generación de políticas y con la facultad de supervisar su aplicación y de sancionar en caso de incumplimiento.

¹⁸⁴ Vid. GORDILLO, J.L. (2006), “A vueltas con lo común (a modo de presentación)”, en GORDILLO, J.L. (2006), pp. 17-18.

¹⁸⁵ Vid. GEO 4, citando el informe de N. Stern que evalúa una amplia variedad de datos sobre las repercusiones del cambio climático y sobre los costes económicos, utilizando diferentes metodologías para la evaluación de costos, beneficios y riesgos. La conclusión general que se extrae es que los beneficios de acciones enérgicas y tempranas superan con creces los costos económicos de no actuar, y mantenerse sin tomar acciones tendientes a sofocar o revertir los serios daños sobre el medio ambiente mundial.

consumo que ocasionan un impacto negativo sobre el medio ambiente presentan efectos externos negativos sobre otros agentes productores o consumidores, como es el caso de contaminación atmosférica generada por la industria o el transporte, entre otros. Es imposible eliminar completamente la emisión de agentes contaminantes, la meta es reducirlos, pero esta reducción tiene un valor o precio que estará relacionado de manera proporcional al porcentaje de emisiones que se quiere reducir.

En el campo de la economía ambiental, la contaminación dependerá de dos efectos, uno de tipo físico producido por los residuos sobre el medio ambiente y el segundo el que produce a los seres humanos. Dentro del marco que nos atañe, si miramos bajo este prisma a la contaminación por “lluvia ácida”, el efecto físico lo podemos apreciar en el deterioro de la superficies de los edificios, en el aumento de la acidez de los cursos fluviales o de la superficies cultivables, etc.; por su parte el efecto sobre los seres humanos se puede reflejar como disgusto, desagrado, preocupación, en definitiva, una pérdida de bienestar.

Ahora bien, si un agente genera un nivel negativo de bienestar, contamina produciendo un “coste externo” llamado también “externalidad negativa”; por su parte, en el caso de que el agente produce un nivel positivo de bienestar a un tercero se originará un “beneficio externo” o una “externalidad positiva”. Asimismo, se requerirá el cumplimiento de dos condiciones necesarias para la existencia de un coste externo: por una parte, la existencia de un agente que provoca una pérdida de bienestar a otro y que esta pérdida de bienestar no se encuentre comenzada. En el caso de estar compensada la causa de la externalidad, se considera que el efecto se “internaliza”¹⁸⁶.

A tener en cuenta es la imposibilidad de eliminar totalmente la contaminación, pues su eliminación total significaría un paro total de la actividad económica, lo que evidentemente es imposible. Asimismo, hay que tener en cuenta que este fenómeno se produce cuando se sobrepasan los márgenes de posibles de asimilación o transformación. Entonces se requiere la obtención de una “externalidad óptima”, condición que se presenta cuando el beneficio privado marginal neto (BPMN)

¹⁸⁶ Vid. PEARCE, D.W.; TURNER, R.K. (1995). *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. España: Celeste Ediciones, pp. 93-4; BRUNNÉE, J. (1988). *Acid rain and ozone layer depletion, International law and regulation*. USA: Transnational Publishers, Inc., p. 53.

es igual al "coste marginal externo" (CMN)¹⁸⁷.

Este fenómeno se produce inducido por el hecho de que tales recursos son a menudo considerados como "bienes públicos" los que se caracterizan por ser en la terminología económica denominados "no excluyentes", a diferencia de los bienes privados, que son "excluyentes".

En la práctica, los bienes privados se proveen únicamente a aquellos que están dispuestos a pagar un precio determinado, asimismo, el consumo de una unidad de un bien privado por un consumidor excluye del consumo a los demás. En cambio el consumo de una determinada unidad de un bien público, no afecta a la cantidad disponible para otros. De este modo, un medio ambiente limpio con aire limpio, está necesariamente a disposición de todo el mundo. Esta situación agrega una gran dificultad al momento de otorgar un valor de mercado de estos productos, ya que los "consumidores" pueden tratar de esperar hasta que alguien pague el precio para ser consumidos sin cargo (fenómeno conocido en términos económicos como los "*free rider*"¹⁸⁸).

Ahora bien, para evitar el fenómeno de aprovechamiento y tomando en cuenta que en general los individuos presentan un doble papel de consumidores y contaminadores de un bien no excluyente como es el aire, todos los consumidores tendrán que actuar como un grupo de manera de reducir los "*free rider*"; de otro modo la prevención de la contaminación se dificultará debido a que algunos esperarán que otros actúen¹⁸⁹.

Pero la importancia de la actuación conjunta por parte de los Estados no es tarea fácil, al menos en el plano del aire, pues no necesariamente existe una relación proporcional entre el nivel de contaminación causada con el de contaminación sufrida por cada país. Esto provoca que los acuerdos internacionales o multilaterales conlleven

¹⁸⁷ Vid. PEARCE, D.W.; TURNER, R.K. (1988), pp. 93-96. Estos valores se pueden explicar de la siguiente manera: el contaminador incurrirá en varios gastos para realizar su actividad recibiendo también beneficios por la actividad. La diferencia entre estos valores será el BPMN. Por su parte el CMN será el valor del daño extraordinario provocado por la actividad causante. Se dará entonces el nivel óptimo de externalidad cuando ambos valores se igualan. Para la economía ambiental la eliminación de la externalidad no es la medida más acertada, pues consideran que la externalidad óptima no es cero.

¹⁸⁸ Vid. HAMPTON, J. (1987), "Free Rider Problems in the Production of Collective Goods". *Economic and Philosophy*, 3, 245-73.

¹⁸⁹ Vid. BRUNNÉE, J. (1988), pp. 85-88.

desde el punto de vista económico cuestiones de eficiencia y de equidad.¹⁹⁰

El principal problema se presenta al momento de lograr mecanismos que sean eficientes en lo que respecta al equilibrio entre coste y beneficios; la complejidad que se presenta fundamentalmente en los acuerdos internacionales de envergadura global al momento de evaluar los beneficios reales asociados es una tarea prácticamente imposible de realizar. Lo anterior parece evidente si consideramos Estados que cuentan con distintas condiciones de base, desarrollo económico y científico tecnológico. Como consecuencia de lo anterior, se cuenta generalmente con estimaciones basadas en consideraciones de apreciación de los cambios perceptivos latentes. De este modo cobrará relevancia en las evaluaciones que tienen su acento en los costes, sean estos de reducción y/o de distribución.

En el contexto de los costes como destacan FIELD y FIELD¹⁹¹, surgen dos consideraciones con cierto grado de complejidad. Por una parte, ¿cuales son los métodos que los Estados deben adoptar?, y ¿cómo se deben repartir los costes de los Estados que participan en el acuerdo?, presentando ambas cuestiones íntima relación. La relevancia que la distribución de los costes en los acuerdos internacionales de control de emisiones, se presenta pues estos entregan bienes públicos globales, y en este contexto, los beneficios obtenidos por una reducción de emisiones son independientes al lugar donde estos se realicen.

En lo que respecta a la contaminación transfronteriza, ésta presenta externalidades entre el emisor y el receptor, dándose la paradoja de que un agente puede ser emisor y receptor al mismo tiempo, externalidades mutuas, situación que se presenta básicamente por contaminar un espacio común global como es la atmósfera.

La perspectiva económica y su criterio de eficiencia¹⁹² requieren que en todos los procesos productivos se iguallen el coste y el precio social. Asimismo, el criterio de equidad impone que el coste de un proceso productivo sea pagado solo por los que se benefician de él. De este modo, para lograr un mecanismo de eficiencia económica en relación a la protección del medio ambiente se deben internalizar los costes, dicho de otro modo, cada industria se deberá de encargar de los procesos

¹⁹⁰ Vid. FIELD, B.C.; FIELD, M.K. (2003), pp. 515-519.

¹⁹¹ *Ibidem*, p. 515.

¹⁹² *Ibidem*, pp. 74-111.

necesarios para disminuir o mejorar la calidad de sus emisiones. Este proceso afectará directamente en los costes del producto, de este modo se logra el cumplimiento del criterio de eficiencia, respecto a la curva de oferta y demanda; al aumentar los precios disminuirá la demanda y subsecuentemente la producción, y el criterio de equidad, al pagar los costes aquellos que obtienen los beneficios.

En los casos donde por la naturaleza del proceso productivo la depuración no soluciona el problema, se puede recurrir a instrumentos fiscales estableciendo impuestos sobre las emisiones de contaminantes o la imposición de tasas ecológicas por valores semejantes al coste externo causado; en estas circunstancias, es dudoso el cumplimiento del criterio de equidad, ya que se requeriría que el impuesto detraído se destinase a indemnizar precisamente a los perjudicados¹⁹³.

Los mecanismos utilizados para disminuir las emisiones generalmente están dirigidos a la implementación de medidas aplicables a los entes contaminantes, pudiéndose clasificar en primarios y secundarios, los primeros son los que se enfocan directamente en el proceso productivo y los insumos que participan; los secundarios

¹⁹³ Vid. MARTÍNEZ MERINO, J.L., (2008). *Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente, permisos de emisión negociable*. Madrid: Dykinson, S.L., pp. 57-70. El concepto de coste externo, de coste social y el principio ecologista "el que contamina, paga" ya habían sido enunciados por Arthur C. Pigou en 1927. Desde el campo de la economía los impuestos ambientales son conocidos a partir de la década de los 20's, en donde Pigou describió la emisión de contaminación como una externalidad negativa, siendo los tributos ambientales uno de los instrumentos más comunes para corregir un fallo de mercado. La internalización de los costos externos conectados con el medio ambiente ha sido una justificación para implantar impuestos ambientales, pero no la única. Dentro de los instrumentos de la política ambiental, los llamados impuestos ambientales se consideran medioambientalmente efectivos, y eficientes económicamente. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha sostenido el uso consistente de estas herramientas, realizando análisis de su implementación. Los impuestos verdes gravan el consumo de recursos y emisiones pero desgravan el trabajo beneficiando a la población ocupada y las clases populares. Por su parte el Sexto Programa comunitario de acción en materia de Medio Ambiente, que fue aprobado en el año 2002, recomienda el uso de instrumentos económicos, fiscalidad energética, impuestos sobre los recursos y; productos y procesos intensivos en residuos, entre otros, para atenuar el cambio climático y promover, de este modo el uso sostenible de los recursos. La Unión Europea con el fomento a la aplicación de medidas fiscales quiere presentar un marco comunitario acorde a los tiempos y adecuado para la fiscalidad energética, con la meta de facilitar el paso a un uso más eficiente de la energía, y unos sistemas energéticos y de transporte más limpios. Ahora bien, en el ámbito internacional más allá de Europa, en el marco estadístico armonizado desarrollado en 1997 conjuntamente por Eurostat, la Comisión Europea, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) y la Agencia Internacional de la Energía (IEA), se definen los impuestos ambientales como aquellos cuya base imponible consiste en una unidad física (o similar) de algún material que tiene un impacto negativo, comprobado y específico, sobre el medio ambiente (El Tributo Ambiental, Aplicación y efectividad sobre el medio ambiente, EEA (European Environment Agency), 21 de Julio de 1999.). Se incluyen todos los impuestos sobre la energía y el transporte, y se excluyen los impuestos del tipo valor añadido.

están destinados a la reducción de emisiones o atenuar los daños que estas pueden producir.

Ahora bien, en términos generales frente al deterioro del medio ambiente y su degradación, se pueden diferenciar dos grandes áreas estratégicas: las macroeconómicas y las microeconómicas; las primeras implementan planes o programas con el objetivo de controlar, compensar o reparar los daños; las microeconómicas por su parte, están enfocadas directamente al comportamiento de los agentes económicos. Centrándonos en las medidas aplicables dentro del marco microeconómico, la autoridad puede actuar: mediante el control directo o la regulación fijando estándares de emisiones, controles, sanciones, etc.; con la utilización de instrumentos económicos como estímulos financieros, instrumentos fiscales, posibilitar acciones voluntarias de los agentes, etc.; y por medio de la persuasión.

Dentro de los mecanismos indirectos o económicos destinados a minimizar los daños ambientales se encuentran los llamados Permisos de emisión negociables (PEN) concepto introducido por Darles (1968), y que consisten en “cuotas o autorizaciones asignadas sobre los niveles de contaminación determinados por los poderes públicos competentes”¹⁹⁴.

Asimismo, se pueden distinguir tres tipos de PEN; el sistema de permiso ambiental (SPA), el sistema de permiso de emisiones (SPE), y el sistema de compensación de la contaminación (SCC). En el primer sistema el estándar de calidad se fija para una zona geográfica determinada estableciendo una carga crítica de contaminante por zona; el segundo sistema, está dirigido a cada fuente contaminante entregando un permiso en función de sus emisiones; y el último, que combina los dos anteriores.

Los conceptos anteriores tienen su aplicación práctica en el Protocolo de Kyoto que se adopta en la COP3 del CMNUCC, en Kyoto en 1997, pero hasta la COP7 de Marrakech, en 2001, no se determinan claramente sus detalles. Aunque varios países encabezados por EE.UU., rechazaron el protocolo por completo, y desafiando los malos augurios sobre su imposibilidad de ser aplicado, en febrero del año 2005

¹⁹⁴ Vid. MARTÍNEZ MERINO, J.L. (2008), p. 147.

alcanzó el nivel de apoyo necesario para ser adoptado, superando en la actualidad los 180 países que lo han aceptado.

Asimismo, el Protocolo de Kyoto¹⁹⁵ dispone de tres mecanismos de flexibilidad: el Comercio de emisiones, el Mecanismo de desarrollo limpio y el Mecanismo de aplicación conjunta.

Tanto el Mecanismo de desarrollo limpio como el Mecanismo de aplicación conjunta, se basan en proyectos ya que las unidades de reducción de las emisiones resultan de la inversión en proyectos orientados a la reducción de las emisiones por las fuentes o a incrementar la absorción de los sumideros de GEI.

En un comienzo el sistema de permisos de emisión de GEI negociables se realizaba exclusivamente entre países, en lugar de un sistema de permisos dentro de un mercado mundial en el cual participaran directamente los agentes emisores. En este sentido, la Comisión Europea, antes de la entrada en vigor del comercio de emisiones contemplado por el Protocolo de Kyoto, propuso la creación de un mercado propio de la UE, en el cual la negociación de los permisos de emisión se llevara a cabo entre los agentes emisores. Con este fin el Consejo llegó el 9 de diciembre de 2002 a un acuerdo sobre la propuesta de Directiva sobre el comercio de emisiones. En mes de octubre del siguiente año se publica la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003¹⁹⁶, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo de 24 de septiembre¹⁹⁷. Con posterioridad será modificada por la Directiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004¹⁹⁸, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los

¹⁹⁵ Para mayor detalle sobre el Protocolo de Kyoto, ver apartado el 4.8.2. Convención marco de cambio climático y Protocolo de Kyoto, del Capítulo II.

¹⁹⁶ Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo. (DO L 275 de 25.10.2003, p. 32)

¹⁹⁷ Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (DO L 257 de 10.10.1996, p. 26).

¹⁹⁸ Directiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kyoto (DO L 338 de 13/11/2004 p. 18)

mecanismos de proyectos del Protocolo de Kyoto.

La Directiva establece un régimen comunitario para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero a partir del 1 de enero de 2005, a través del denominado Sistema Europeo de Comercio de Emisiones¹⁹⁹ (*European Trading System* o ETS). Desde el 1 de enero las actividades enumeradas en el Anexo I de la Directiva (actividades energéticas, producción y transformación de metales férreos, industrias minerales, fabricación de pasta de papel, papel y cartón) deberán contar con un permiso expedido a tal efecto por una autoridad competente. Asimismo, cada Estado miembro debe contar con un plan nacional en concordancia con el Anexo III de la Directiva, en donde se indique los derechos de emisión asignados durante un período determinado y el procedimiento de asignación.

Por su parte, la Directiva 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, realiza una revisión profunda del régimen comunitario de comercio de derechos de emisión, como resultado de la experiencia adquirida desde que el sistema de comercio de derechos de emisión se puso en marcha el 1 de enero de 2005. El objetivo principal de la reforma es aumentar la previsibilidad y ampliar el ámbito de aplicación del régimen para dar cabida a nuevos sectores y gases que cumplen las condiciones necesarias para ser regulados mediante un instrumento normativo de este tipo. Asimismo, esta Directiva forma parte del llamado paquete comunitario de legislación sobre energía y cambio climático, cuya principal finalidad es poner en marcha un conjunto de medidas que garanticen el cumplimiento del compromiso asumido por el Consejo Europeo en marzo de 2007, es decir, reducir para 2020 las emisiones globales de gases de efecto invernadero de la Comunidad al menos un 20% respecto a los niveles de 1990, y un 30% siempre que otros países desarrollados se comprometan a realizar reducciones comprobables y que los países en desarrollo económicamente más avanzados se comprometan a contribuir convenientemente en función de sus responsabilidades y capacidades

Todas estas políticas o mecanismos de carácter económico en definitiva

¹⁹⁹ Entendiendo como por “derecho de emisión” el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono o de cualquier otro gas de invernadero de efecto equivalente durante un período determinado.

tienen como objetivo, luego de constatar la inequívoca relación entre desarrollo económico, desarrollo industrial, crecimiento poblacional; con el deterioro ambiental²⁰⁰; revertir o al menos mitigar sus efectos sobre la población y su entorno. Y para lograr este objetivo Kyoto, y el comercio de emisiones que contempla, ha surgido como el sistema idóneo.

Según datos del *Carbon Finance for Sustainable Development 2008* y *Carbon Finance at the World Bank*, en los últimos dos años el mercado de carbono ha seguido creciendo duplicando cada año en valor y llegar a cerca de \$ 120 mil millones en 2008, más de 12 veces su valor comparado con el año 2005. En donde cerca de tres cuartas partes del volumen de mercado, el valor de las transacciones de derechos de emisión y sus derivados han crecido bajo el marco del régimen Sistema Europeo de Comercio de Emisiones (EU ETS). Por su parte en segundo lugar ha quedado el mercado secundario de reducciones de emisiones certificadas (RCE²⁰¹).

El mercado primario de RCE se estableció, debido fundamentalmente a las preocupaciones sobre las ineficiencias y complejidad del sistema de Mecanismo de Desarrollo Limpio, y la incertidumbre sobre lo que sucederá luego del 2012. El mayor crecimiento correspondió al sistema amparado en Sistema Europeo de Comercio de Emisiones, tendencia que continuará presumiblemente debido a que la UE es la que presenta la mayor cantidad de las transacciones pionero de unidades de cantidad atribuida (UCA) y las primeras transacciones en los mercados emergentes de cumplimiento.

Ahora bien, desde la perspectiva política y social, existe conciencia de la existencia de una problemática real y la necesidad de implementar cambios en el sistema de generación de la riqueza. En este sentido la capacidad de adaptación está

²⁰⁰ En este sentido el cumplimiento de Kyoto al 2012 pide a los países industrializados y países con economías en transición para reducir sus emisiones totales de seis gases de efecto invernadero en un promedio de 5,2% por debajo de los niveles de 1990, siendo el primer período (entre 2008 a 2012) de compromiso jurídicamente vinculante.

²⁰¹ *Vid.* Carbon Finance for Sustainable Development (2008), Carbon Finance at the World Bank Las Reducciones Certificadas de Emisiones (CER), es una unidad equivalente a una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente, que puede ser utilizado por Partes del Anexo I para cumplir sus compromisos vinculantes de reducción de emisiones bajo el protocolo estimadas al año 1986; o el Protocolo de Kyoto de 1997, de 11 de diciembre de 1997 (BOE núm. 33, de 8 de febrero de 2005). Las CER son expedidos por las reducciones de emisiones dentro de las actividades de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Existen dos tipos especiales de CER (RCE temporal y RCE a largo plazo) son expedidos por las reducciones de emisiones de proyectos de forestación y reforestación del MDL.

íntimamente relacionada con el desarrollo social y económico, sin perder de vista las diferencias y desigualdades sociales y económicas ya existentes. Los gobiernos cuentan con una variedad de instrumentos políticos y económicos para generar incentivos de mitigación, en las distintas áreas de la producción y el comercio.

El reto se encuentra en la necesidad de integrar instrumentos y crear la políticas climáticas y de mitigación de la contaminación en políticas de investigación y desarrollo; normativa y reglamentaria; políticas fiscales, tasas o impuestos; políticas de prevención y control, permisos o y autorizaciones; incentivos financieros y económicos; etc. Dar una señal de la conveniencia que existe en tomar medidas de mitigación las que provocarán cobeneficios a corto, mediano y largo plazo.

8.2. La contaminación atmosférica y su incidencia en la salud

En la redacción del Protocolo de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia respecto de la reducción de las emisiones de azufre o sus flujos transfronterizos, Protocolo de Helsinki de 1985²⁰², se incluye en los primeros párrafos de su introducción el primer reconocimiento del derecho internacional al impacto que puede tener las emisiones contaminantes sobre la salud²⁰³.

Con posterioridad en el Protocolo sobre el control de las emisiones de óxidos de nitrógeno o sus flujos transfronterizos, adoptado en Sofía²⁰⁴ Bulgaria en 1988; no existe ninguna alusión específica, mención que si se presenta en el Protocolo de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia sobre el control de las emisiones de compuestos orgánicos persistentes y sus flujos

²⁰² Este protocolo es el segundo de un total de ocho que forman parte de la Convención de Ginebra de 1979, protocolo que entró en vigor en 1987. El objetivo principal es disminuir uno de los principales contaminantes atmosféricos como son los compuestos que contienen azufre. (U.N. Doc. ECE/EB.AIR/12; 27 ILM 707, 1988).

²⁰³ Vid. GILLESPIE, A. (2006), p. 89 y ss. Reconocimiento que aparece en el párrafo 2º del Preámbulo del Protocolo de Helsinki 1985.

²⁰⁴ (BOE núm. 62, de 13 marzo 1991). Protocolo sobre el control de las emisiones de óxidos de nitrógeno y sus flujos transfronterizos. Este protocolo consta de dos etapas o pasos, el primero es el congelamiento de emisiones de óxidos de nitrógeno, asumiendo como año de referencia general es 1987, exceptuando a Estados Unidos que decidió contar su objetivo de emisiones para 1978.

El segundo paso en el Protocolo de NOx requiere la aplicación de un enfoque basado en efectos, se debe prever la reducción de las emisiones de compuestos nitrogenados, como el amoníaco y compuestos orgánicos volátiles, en vista de su contribución a la contaminación fotoquímica, la acidificación y la eutrofización, y sus efectos sobre la salud humana, el medio ambiente y los materiales, haciendo frente a todas las fuentes significativas de las emisiones.

transfronterizos, firmado el 24 de junio de 1998 en Aarhus (Dinamarca)²⁰⁵.

Paradójico es que recién en la de 1980 exista este reconocimiento, siendo que constan estudios documentados donde se presentan evidencias de daños y perjuicios muchos de estos con resultado de muerte, como es el caso de un episodio que se produjo en 1880 en Londres, donde 2200 de sus habitantes mueren a consecuencia de la inhalación de humos de carbón y gases tóxicos del smog de los hogares e industrias²⁰⁶. O el conocido episodio de contaminación por smog tóxico ocurrido en misma ciudad británica en 1951, en donde fallecen 1850 personas.

Si bien la calidad del aire ha mejorado en algunas ciudades de países desarrollados y en vías de desarrollo, este avance no ha sido general, aún persiste una importante cantidad de ciudades o regiones que sufren de un exceso de contaminación atmosférica. El incremento de la actividad humana contrarresta cualquier beneficio que se pueda obtener. Esta creciente actividad humana se refleja en el aumento en la demanda del transporte, responsable de un importante porcentaje en las emisiones antropogénicas; disminución de áreas verdes, por necesidad de construcción de infraestructuras industriales o para vivienda; aumento en la producción industrial, etc. Todo lo anterior lleva aparejado un aumento en las emisiones contaminantes, deterioro del medio y graves efectos sobre la salud.

Dentro de los contaminantes²⁰⁷ con mayor efecto nocivo para la población, reconocidos por la OMS, y que se consideran como indicadores para la calidad del aire, se encuentran: la materia en partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2,5}), el dióxido de

²⁰⁵ Protocolo que incluye el segundo mayor contaminante del aire responsable de la formación del ozono troposférico que entra en vigor el 23 de octubre de 2003. (BOE núm. 225, de 19 de septiembre de 1997).

²⁰⁶ Vid. GILLESPIE, A. (2006), p. 89 y ss., citando información de World Resources Institutes, UNEP y World Bank. (1999). World Resources: 1998-1999 (Oxford University Press) 63.

²⁰⁷ Vid. BOUBEL, R.W. et. al. (1994), pp. 99 y ss. DE NEVERS, N. (2000), *Air pollution control Engineering*, (2nd Edition), USA.: McGraw-Hill, pp. 1-35. Dentro de los contaminantes del aire, podemos encontrar primarios y secundarios. Algunos contaminantes primarios altamente nocivos son: metales pesados, como el mercurio (Hg), el cadmio (Cd) y el arsénico (Ar); compuestos orgánicos persistentes, como el benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos; hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP); y algunos contaminantes orgánicos persistentes, como dioxinas y los furanos. Estos últimos tienen su fuente en la combustión de los combustibles fósiles, biomasa y residuos sólidos. Por su parte, el amoníaco (NH₃) es emitido principalmente de fuentes agrícolas. La formación de contaminantes secundarios, como el ozono troposférico y de aerosoles se produce de contaminantes primarios como el SO₂, NO_x, NH₃ y de los compuestos orgánicos volátiles (VOC), en condiciones atmosféricas y climatológicas que favorezcan las reacciones fundamentalmente de carácter fotoquímico.

Las PM_x cuentan con distintos componentes químicos como sulfatos, nitratos, amoníaco, carbono orgánico, carbono elemental y polvo terrestre.

azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), ozono troposférico (O₃) y plomo (Pb)). Por otra parte, estos contaminantes podemos agruparlos de acuerdo a sus características similares²⁰⁸ como: contaminantes gaseosos, por ejemplo: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono; contaminantes orgánicos persistentes: dioxinas²⁰⁹; metales pesados²¹⁰: plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio (Cd), níquel (Ni), etc.; y partículas en suspensión.

Desde el punto de vista de las enfermedades, el contaminante más importante, por su impacto nocivo son las partículas en suspensión. Estas pequeñas partículas pueden variar de composición y tamaño, siendo esta última características las que les permite a las más pequeñas ingresar al tracto respiratorio, muchas veces pudiendo alcanzar²¹¹ los espacios más estrechos y profundos, como los alvéolos. La Organización Mundial de la Salud, en sus informes de OMS-2002²¹² y OMS-2006²¹³ calcula que aproximadamente 2,4 millones de personas mueren prematuramente anualmente como consecuencia de respirar partículas finas²¹⁴, aproximadamente 800.000 por PM₁₀ en espacios abiertos de zonas urbanas, y 1, 6 millones debido a PM₁₀ en lugares cerrados.

A las PMx se las relaciona con una amplia variedad de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, los efectos sobre la salud por estar expuestos pueden ser de tipo agudo, por ejemplo, cuadros repetitivos de afecciones respiratorias y la mortalidad prematura por enfermedades cardiovasculares; y crónica, muerte

²⁰⁸ Vid. KAMPA, M.; CASTANAS, E. (2008), "Human health effects of air pollution". *Environmental Pollution* 151: 362-367.

²⁰⁹ *Ibidem*, Este grupo de productos químicos tóxicos (pesticidas como dioxinas, furanos, PBC, etc.), presentan una elevada estabilidad lo que se traduce en un alto tiempo de vida, lo que les permite su traslado a distintas regiones alejadas de donde han sido producidos, como asimismo, el ingreso a las cadenas tróficas. Las dioxinas, por ejemplo, son producto de reacciones de combustión de compuestos que contienen cloro (como es el caso de los algunos plásticos). Estos compuestos, al insolubles en medio acuoso, persisten y se bioacumulan, pues pueden reaccionar o depositarse en medios grasos, como lípidos.

²¹⁰ Vid. KAMPA, M.; CASTANAS, E. (2008), Elementos presentes en la naturaleza en forma natural, y muchos de ellos participantes en múltiples reacciones metabólicas. No pueden ser degradados o destruidos, siendo muchas veces trasladados por aire, o el agua, logrando ingresar al Humano, mediante la cadena alimenticia. Por su bioacumulación e imposibilidad de reaccionar o degradarse, pueden aumentar su concentración provocando serias patologías.

²¹¹ Vid. RUSSELL, A.G. (2009), "A Focus on Particulate Matter and Health". *Environmental Science & Technology*, 43, 4620-4625.

²¹² Vid. OMS 2002: Informe sobre la salud en el mundo, 2002, Reducir los riesgos y promover una vida sana.

²¹³ Vid. OMS 2006: Informe sobre la salud en el mundo 2006 - Colaboremos por la salud.

²¹⁴ Vid. GEO 4, p.50.

prematura, asimismo, existen estudios que señalan efectos sobre la reproducción y el desarrollo.²¹⁵

Toxicológicamente es difícil definir los mecanismos específicos como actúan las PMx, debido fundamentalmente a la variedad de componentes. Los efectos pulmonares se asocian con la lesión celular y la inflamación. Las especies de mayor importancia son las que contienen metales y algunos compuestos orgánicos oxigenados (por ejemplo, quinonas). En general aunque aún existe mucha incertidumbre sobre los efectos que presentan cada tipo de partícula y grosor, se han obtenido resultados que asocian a las PM_{2.5} con los marcadores de la inflamación o la lesión pulmonar, tanto en USA como en Europa, se han implementado medidas para controlar las emisiones de partículas de PM_{2.5}, es decir, medidas cada vez más restrictivas respecto al diámetro.

Tradicionalmente se han focalizado los estudios en aquellas partículas con diámetro < 10 micras (PM₁₀) o de partículas de menos de 2,5 micras de diámetro (PM_{2.5}). Sin embargo, estudios realizados en 2005²¹⁶ para evaluar los efectos de las partículas en la mortalidad de la fracción gruesa de PM_{2.5}, partículas > 2,5 micras, muestra que estas presentan diferentes fuentes y la composición en comparación con las PM_{2.5}. Datos aportados, en donde se analiza permanencia en ambientes relativos a la mortalidad PM en algunos lugares se han aportado pruebas de un efecto independiente del grueso, pero en la mayoría de áreas urbanas, la evidencia es más fuerte para las partículas finas. Asimismo, en los estudios de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma y las admisiones al hospital, las partículas gruesas tienen semejante impacto a corto plazo como PM finas, lo que sugiere que el grueso puede dar lugar a efectos adversos en los pulmones provocando procesos que conducen a los ingresos hospitalarios. También hay apoyo para una asociación entre PM y los ingresos secundarios cardiovasculares. Este estudio concluye que debe prestarse especial

²¹⁵ Vid. RUSSELL, A.G. (2009), citando Environmental Protection Agency (2008), *Integrated Science Assessment for Particulate Matter: First External Review Draft*, National Center for Environmental Assessment: Research Triangle Park, NC. Los estudios generalmente se realizan desde tres aspectos distintos, pero que finalmente se complementan: clínico, toxicológico o epidemiológico.

²¹⁶ Estudio realizado en el año 2005 por BRUNEKREEF, B.; FORSBERG, B. (2005), "Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health". *European Respiratory Journal* Volume 26 Number 2, 309-318. Este trabajo se basa en una revisión sistemática de análisis de PM finas y gruesas de forma conjunta, examinando la evidencia epidemiológica de los efectos de las partículas gruesas en la salud.

atención al estudio y la regulación de las partículas gruesas por separado de las partículas finas, pues presentan diferencias fundamentalmente respecto a las asociaciones con otros elementos.

En otro trabajo²¹⁷ donde se utilizó ratas expuestas a PM_{10-2.5} se encontraron efectos mayores en las que presentan un diámetro menor y que contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales. La exposición de ratas hipertensas (7 mg de P/kg) dio lugar a la inflamación pulmonar, toxicidad celular y la inducción de fibrinógeno en sangre. Las partículas más gruesas generalmente causaron efectos más fuertes por mg de partículas finas. Este estudio es compatible con la hipótesis de que, sobre una base igual masa, efectos sobre la salud de las partículas es distinto debido a las diferencias en la composición y tamaño.

Cabe destacar el trabajo publicado el primer semestre del año 2010 por los investigadores del Instituto de Salud Carlos III, LINARES y DÍAZ²¹⁸ sobre los efectos y la relación existente entre los elevados índices de emisiones de partículas PM_{2,5} y los ingresos hospitalarios en la ciudad de Madrid. Los autores luego de recoger el número total de ingresos por urgencias en el hospital Gregorio Marañón entre el 1 de enero de 2003 y el 31 de diciembre de 2005 - sin tomar en cuenta traumatismos y partos -; y los relacionaron para el mismo periodo con los datos de contaminación de la red del Ayuntamiento de Madrid. Utilizaron las concentraciones medias diarias de varios contaminantes: PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂, O₃, etc. Dentro de los resultados obtenidos se apreciaba que las partículas PM_{2,5} fue el único contaminante primario que mostró «una asociación estadística» con los ingresos hospitalarios en Madrid.

²¹⁷ Vid. RUSSELL, A.G. (2009), citando resultados de GERLOFS-NIJLAD, M.E. *et. al.* (2009), "Particle induced toxicity in relation to Transition Metal and Polycyclic Aromatic Hydro-carbon Contents". *Environmental Science & Technology*, 43 (13). Resultados respecto a la exposición a partículas del aire estadísticamente entregan datos sobre una significativa relación con una morbilidad y mortalidad. Este trabajo tiene como objetivos: el investigar en la citotoxicidad pulmonar y sistémica, la actividad inflamatoria in situ en animales expuestos a PM. Asimismo, investigar las relaciones de los resultados de la composición química de determinados hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y los metales de transición en la PM. Las muestras de PM fueron recolectadas en las ciudades europeas con situaciones contrastantes.

²¹⁸ Vid. LINARES, C.; DÍAZ, J. (2010), "Short-term effect of PM_{2.5} on daily hospital admissions in Madrid (2003-2005)". *International Journal of Environmental Health Research*, Vol. 20, No. 2, April 2010, 129–140. La correlación aparece con enfermedades circulatorias y respiratorias. En ambos casos, el aumento de los ingresos coincidió en el mismo día del incremento de la contaminación por partículas, lo que a juicio de los autores indica «una respuesta biológica inmediata del cuerpo humano a la exposición a PM_{2,5}».

Asimismo, la preocupación por la incidencia de los metales pesados en la salud humana ha llevado a la redacción del Protocolo sobre Metales Pesados, el 24 de junio de 1998 en Aarhus, Dinamarca²¹⁹. Dirigido fundamentalmente a tres metales, especialmente perjudiciales: cadmio, plomo y mercurio; y exige a las Partes eliminar la gasolina con plomo. Los metales pesados: cadmio, plomo y mercurio comúnmente se encuentran en el aire siendo emitidos principalmente como resultado de diversas actividades industriales. Aunque los niveles atmosféricos son bajos, que contribuyen a la deposición y acumulación en los suelos. Los metales pesados son persistentes en el medio ambiente y están sujetos a la bioacumulación en cadenas de alimentación.

Estudios²²⁰ sobre los efectos del cadmio lo relacionan con daños del riñón y hueso. También se ha identificado como un carcinoma potencial causante de cáncer de pulmón. Las exposiciones al plomo tienen efectos en el desarrollo neuroconductual en los fetos, bebés y niños; y eleva la presión arterial en los adultos. El mercurio, por su parte, es tóxico también en las formas elementales e inorgánicas, especial interés y preocupación presenta la presencia de sus compuestos orgánicos, principalmente el metilmercurio, especie bioacumulable, se acumula en la cadena alimentaria, a partir de los peces depredadores en los lagos y los mares, alcanzando al los humanos. Debido a su persistencia y el potencial para la transferencia atmosférica global, las emisiones atmosféricas pueden afectar incluso a regiones remotas, muy distantes de las fuentes de emisión.

Otro contaminante que presenta una elevada peligrosidad es el ozono troposférico. El ozono se forma en la atmósfera mediante reacciones fotoquímicas en presencia de luz solar y contaminantes precursores, como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y diversos compuestos orgánicos persistentes. Su reacción con el NO₂, el cual se genera en áreas urbanas, provoca una eventual disminución de ozono troposférico en los núcleos urbanos, y generación en áreas circundantes o rurales. Varios estudios han permitido correlacionar las concentraciones de ozono y las de varios otros oxidantes

²¹⁹ Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia sobre metales pesados de 24 Junio de 1998 en Aarhus. (DO L 134 de 17.5.2001)

²²⁰ Vid. WHO Regional Office for Europe (2007), *Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution*, Este informe, que recoge una serie de trabajos y estudios de diversos expertos internacionales, analiza la información disponible sobre las fuentes, las propiedades químicas y la distribución espacial de la contaminación ambiental con cadmio, plomo y mercurio causada por la larga la contaminación atmosférica transfronteriza, y evalúa los riesgos potenciales para la salud en Europa.

fotoquímicos tóxicos procedentes de fuentes semejantes, como los nitratos de peroxiacilo, el ácido nítrico y el peróxido de hidrógeno. Un estudio²²¹ realizado en 23 ciudades europeas entregó algunas de estas conclusiones: los efectos del ozono sobre la mortalidad (total y causa específica) se consideran principalmente durante el período cálido del año; los efectos sobre la mortalidad de patologías que afectan a las vías respiratorias son más altas, seguidas por las de cardiovasculares; etc.

Si bien en Europa desde finales de la década de 1980 las emisiones de los precursores ha disminuido progresivamente, el ozono troposférico sigue causando daños sobre la salud principalmente en su región central y Sur. Se encuentran mayores concentraciones en el Sur que en el Norte; como también, en las áreas rurales que en las urbanas. Otro dato significativo es que los niveles de ozono están fuertemente influenciados por las variaciones anuales en las condiciones climáticas y las tendencias en las concentraciones de fondo hemisférico.

Estudios epidemiológicos realizados en Europa²²² entregan evidencias

²²¹ Vid. GRYPARIS, A. *et. al.* (2004), "Acute Effects of Ozone on Mortality from the Air Pollution and Health: A European Approach Project, APHEA2 Project: Ozone and Mortality", *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, Vol. 170. pp. 1080–1087, Originally Published in Press on July 28, 2004. Este estudio es un enfoque europeo del proyecto (APHEA2), se estudian los efectos de las concentraciones de ozono diario en la mortalidad. Se recogieron datos sobre concentraciones de ozono diarios-, el número diario de defunciones, y los efectos potenciales en 23 ciudades / áreas de al menos 3 años desde 1990. Las estimaciones que se obtuvieron para cada ciudad con modelos específicos y se combinaron mediante modelos de regresión en una segunda etapa. No hay efectos significativos observados durante la mitad fría del año.

²²² Vid. AMANN, M., *et. al.* (2008), "Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution", WHO Regional Office for Europe, from LRTAP, 2008. Este informe preparado por Joint WHO/Convention Task Force on the Health Aspects of Air Pollution according to Memoranda of Understanding between the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) and the WHO Regional Office for Europe, y a cargo de un grupo multidisciplinario de expertos, entrega los resultados de un análisis sobre los efectos que tiene el ozono sobre la salud, prestando especial interés en las emisiones de precursores a largas distancias. Su objetivo principal es proporcionar una base científica para estimar la magnitud, distribución espacial y las tendencias de la carga de morbilidad causada por la exposición al ozono troposférico en Europa y, en particular la contribución a los niveles de ozono en el transporte a larga distancia de contaminantes.

Asimismo, combina datos de la OMS y las directrices de calidad del aire (*Air quality guidelines: global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide* Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2006 (Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 07.12.2010 <http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf>), y trabajos sobre modelación y evaluación de los niveles de ozono realizadas por la LRTAP, y del programa de la Comisión Europea *Air for Europe* (CAFE) Resultados muestran que la contaminación por ozono afecta a la salud de la mayoría de las poblaciones de Europa, provocando una amplia variedad de problemas de salud. En lo que respecta a las emisiones de precursores, han entregado como resultado que altas concentraciones de NOx emiten en noroeste de Europa, pues estos elementos son generados en zonas altamente pobladas. Un caso distinto se presenta para las emisiones de POPs las cuales presentan una distribución más uniforme en Europa, siendo las principales fuentes antropogénicas de tráfico y el uso que se solvente. Asimismo en la Unión

respecto a que cortas exposiciones diarias de ozono incrementa las tasas de mortalidad y morbilidad por enfermedades respiratorias²²³. Asimismo, si se evalúa la función pulmonar, inflamación pulmonar, la permeabilidad pulmonar, síntomas de enfermedades respiratorias, aumento en el uso de medicamentos, la morbilidad y la mortalidad, este contaminante al parecer presenta efectos independientes de otros contaminantes atmosféricos, como por ejemplo, las PMx.

Evidencias epidemiológicas y experimentales con animales respecto a largas exposiciones, muestran inflamaciones, daños en los pulmones y vías respiratorias y cambios en el tejido pulmonar. Para la obtención de datos concretos sobre efectos a largas exposiciones en personas, aún se requieren más estudios.

Estimaciones relacionan la exposición a valores superiores de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como dosis máxima promedio de 8 horas diarias de ozono con 21000 muertes prematuras por año, en los 25 países de Europa (EU25). Se espera con la legislación vigente, una reducción de 600 casos año de muerte prematura entre 2000 y 2020. En cambio, sería de un 40%, si se considera la utilización de tecnología punta para la eliminación o reducción de precursores. En lo que respecta a la salud pública, en estos mismos EU25 se le asocian al ozono troposférico 14000 ingresos hospitalarios al año, afectando las actividades cotidianas de una cantidad importante de habitantes, fundamentalmente niños y enfermos crónicos, con síntomas de tos e irritación en las vías respiratorias inferiores.

Respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de azufre (SO_2), ambos contaminantes por si solo pueden presentar daños a la salud, pero su exacta

Europea (UE), las emisiones de precursores de ozono continuaran disminuyendo, aunque exista un aumento del crecimiento económico, se espera que al año 2020 se tengan valores cercanos a la mitad de los presentados el 2000, debido a que las principales fuentes de estos contaminantes como la producción de energía, la industria y el transporte por carretera, se reducirá significativamente. En cambio si consideramos otros sectores que presentan un aporte a las emisiones y que presentan legislaciones no tan estrictas, como por ejemplo, incluido el transporte con motores diesel de servicio pesado y los vehículos todo terreno para el NO_x y el uso de disolventes para POPs se incrementarán si no se asumen medidas más restrictivas. Este informe señala asimismo que la falta de normas en regiones fuera del ámbito UE, pueden provocar un aumento en el área suscrita al Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, hecho en Ginebra el 13 de noviembre de 1979 (BOE núm. 59/1983, de 10 de marzo de 1983). Pues los resultados de los estudios ponen de manifiesto, que la emisión de precursores con el resultado de formación de ozono, no necesariamente afecta a regiones cercanas, sino que a largas distancia.

²²³ Vid. AMANN, M., *et. al.* (2008), "Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution", WHO Regional Office for Europe, from LRTAP, La metodología utilizada en estos estudios consiste en relacionar concentraciones / respuestas, y efectos de la variación.

peligrosidad es difícil de evaluar de manera estricta, ya que además, son precursores de otros elementos contaminantes, caso del dióxido de nitrógeno con el ozono, y además están muchas veces adheridos a partículas o aerosoles. La Guía de calidad del aire de la OMS en su actualización 2005²²⁴, entrega valores guía para el NO₂: 40 µg/m³, media anual 200 µg/m³, media de una hora, y para el SO₂: 20 µg/m³, media de 24 horas 500 µg/m³, media de 10 minutos.²²⁵

Como se anotaba con anterioridad, la complejidad que presenta el dióxido de nitrógeno para su medición y evolución de consecuencias sobre la salud manifiesta cierta complejidad debido a no presentar un nivel de referencia constante, sino niveles con permanentes modificaciones. De igual modo existen datos que señalan niveles de concentración²²⁶ en la Tierra que rondan entre 0.4-9.4 µg/m³. Medidas realizadas en ambiente urbano muestran un rango anual que se mueve entre los 20-90 µg/m³ y máximos por hora en el rango 75-1015 µg/m³.

Datos empíricos obtenidos de estudios con personas y animales indican que para exposiciones de corta duración de NO₂ en concentraciones superiores a 200 µg/m³ es un gas tóxico con efectos significativos en la salud. Resultados de análisis toxicológicos con animales indican que este valor también puede presentar daño en exposiciones prolongadas, superiores a una hora.

En general se aprecia en personas sanas una disminución de función pulmonar cuando se les expone en reposo o con ejercicio suave de menos de 2 horas a concentraciones de más de 4,700 µg/m³ (2,5 ppm), estas personas expuestas a valores inferiores a 1880 µg/m³ (1 ppm) no presentan trastornos. En cambio personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exposiciones de 3.75 horas a 560 µg/m³ (0,3 ppm) la presentan. Los asmáticos son un segmento de enfermos pulmonares crónicos de mayor sensibilidad a los efectos de este gas contaminante

²²⁴ Vid. World Health Organization Regional Office for Europe (2000), *Air quality guidelines for Europe*, 2nd Ed. Copenhagen, WHO Regional Publications, European Series No. 91.

²²⁵ Vid. BALLESTER DIEZ, F., TENIAS J.M.; PEREZ-HOYOS S. (1999), "Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción". *Revista Española de Salud Pública*: 73: 109-121 Nº 2 - Marzo-Abril 1999. Véase World Health Organization Regional Office for Europe (2000), *Air quality guidelines for Europe*, 2nd Ed. Copenhagen, WHO Regional Publications, European Series No. 91.

El óxido de azufre es un gas irritante en concentraciones más altas a sanos y más bajas a personas enfermas puede provocar broncoconstricción. Los estudios controlados con personas enfermas de asma que realizaban ejercicios señalan que un porcentaje de estos presentan cambios en la función pulmonar y los síntomas respiratorios tras periodos de exposición al SO₂ de 10 minutos.

²²⁶ Vid. BALLESTER DIEZ, F., TENIAS J.M.; PEREZ-HOYOS S. (1999).

secundario. Al aumentar períodos de exposición estudios realizados con animales muestran que si les somete a varias semanas o meses de exposición a concentraciones de menos de $1,880 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 ppm) causa efectos especialmente en el pulmón y en otros órganos, como el bazo, el hígado y la sangre.²²⁷

En lo que respecta al dióxido de azufre, dos de las principales fuentes son quema de carbón y la utilización de combustibles que lo contengan. Como consecuencia de medidas restrictivas y cambios en los combustibles, en países ubicados en Europa occidental y América del Norte, sus concentraciones presentan una disminución sostenida, ascendiendo en zonas urbanas a concentraciones medias anuales entre $20\text{-}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007-0.021 ppm), con medias diarias poco frecuentes superiores a $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.044 ppm).

En relación al uso de combustibles con alto nivel de óxidos de azufre en medios de transporte²²⁸, uno de los impactos ambientales más nefastos de movimiento de mercancías por vía marítima son sus efectos sobre la calidad del aire y la salud humana, y muy concretamente su emisión de partículas de diámetros inferiores a 2,5 micras²²⁹. Las partículas que emiten los buques están directamente relacionadas al contenido de azufre de los combustibles marinos. Para los buques que realizan desplazamientos intercontinentales el porcentaje de azufre promedio de alrededor de 2,7% (27.000 ppm) llegando a límites máximos de hasta 4,5% S (45000 ppm), estudios señalan que las $\text{PM}_{2,5}$, debido a la quema de combustible y puede provocar un impacto en la salud del orden de 60000 muertes prematuras en 2002²³⁰.

²²⁷ *Ibidem.*

²²⁸ Vid. WINEBRAKE, J.J., et. al. (2009), "Mitigating the Health Impacts of Pollution from Oceangoing Shipping: An Assessment of Low-Sulfur Fuel Mandates", *Environmental Science & Technology*, Vol. 43, No. 13.

²²⁹ Vid. POPE III, C.A., et. al. (2002), "Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution", *Journal of the American Medical Association*; 287(9): 1132-1141. Las concentraciones de $\text{PM}_{2,5}$ se han asociado con una amplia gama de efectos en la salud como el asma, ataques al corazón, y los ingresos hospitalarios. Los aumentos en las concentraciones atmosféricas de $\text{PM}_{2,5}$ también han estado estrechamente asociado con el aumento de prematuros y la mortalidad cardiopulmonar cáncer de pulmón en las poblaciones expuestas.

²³⁰ Vid. CORBETT, J.J., et. al. (2007), "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, NO. 24. Este estudio entrega datos estimativos sobre la mortalidad mundial y regional, por afecciones cardiopulmonares y cáncer de pulmón de las funciones de la concentración de riesgos y modelos de población; en relación con la emisión de PM de buques. Los datos obtenidos indican que el transporte marítimo está relacionado con las emisiones de partículas y son responsables de aproximadamente 60.000 las muertes por enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón cada año, la mayoría de muertes que se producen cerca de las costas de Europa, Asia Oriental, y Asia meridional. El mismo trabajo señala que si se mantienen las regulaciones sumado al

Tabla Nº 8
Efectos asociados por exposición a diferentes contaminantes

CONTAMINANTE	EFFECTOS RELACIONADOS CON EXPOSICIONES CORTAS	EFFECTOS RELACIONADOS CON EXPOSICIONES LARGAS
PM	<ul style="list-style-type: none"> • reacciones inflamatorias de pulmón • Los síntomas respiratorios • Los efectos adversos sobre el sistema cardiovascular • Aumento en el uso de medicamentos • Aumento de los ingresos hospitalarios • Aumento de la mortalidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de los síntomas de las vías respiratorias inferiores • Aumento de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica • Reducción de la esperanza de vida, debido principalmente a la mortalidad cardiopulmonar y probablemente al cáncer de pulmón
Ozono	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos adversos sobre la función pulmonar • reacciones inflamatorias de pulmón • Los efectos adversos sobre los síntomas respiratorios • Aumento en el uso de medicamentos • Aumento de los ingresos hospitalarios • Aumento de la mortalidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en el desarrollo de la función pulmonar
Dióxido de nitrógeno ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos sobre la función pulmonar, sobre todo en los asmáticos • Aumento alérgicas de las vías respiratorias y reacciones inflamatorias • Aumento de los ingresos hospitalarios • Aumento de la mortalidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la función pulmonar • Aumento de la probabilidad de síntomas respiratorios

Fuente: World Health Organization in support of air pollution policy development in Europe, and in particular the European Commission's Clean Air for Europe (CAFE) programme, *Health Aspects of Air Pollution Results from the WHO Project "Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe"*, organized by the, June 2004.

^a En el aire, el dióxido de nitrógeno sirve como un indicador de mezcla compleja de la contaminación atmosférica relacionada todo el tráfico.

Antes de 1987 los valores del SO₂ se relacionaban a otros gases y fundamentalmente a la presencia de PM, debido a que no existía certeza epidemiológica de los efectos del SO₂ por separado. Estudios posteriores documentaron efectos adversos en la salud separados e independientes para el PM y el SO₂, lo que llevó a entregar valores diferenciados para ambos contaminantes.

Cabe destacar que aún existe cierto grado de incertidumbre acerca de si el SO₂ es el contaminante responsable de los efectos adversos observados o si son las

crecimiento previsto para el transporte marítimo, se estima que la mortalidad anual podría aumentar en un 40% en 2012.

Asumiendo entre otras cosas los efectos sobre la salud que presentan los combustibles con elevado contenido de azufre la Organización Marítima Internacional (OMI) en el Anexo VI de MARPOL 73/78 (Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques, hecho en Londres el 2 de noviembre de 1973 (BOE núm. 249, de 17 de octubre de 1984)), aprobó el tope mundial de azufre en el combustible se reducirá al 3,5% de S en el 2012 y el 0,5% de S ya en 2020. El Anexo VI se introduce en el Protocolo de 1997. El nuevo Anexo VI establece un límite máximo a escala mundial de 4,5% masa/masa para el contenido de azufre del fuel-oil y pide a la OMI que vigile el contenido medio de azufre a escala mundial del fuel-oil. Asimismo se introducen disposiciones que permiten designar ciertas zonas especiales, "zonas de control de las emisiones de óxido de azufre" en las que el control de las emisiones es más estricto zonas en las cuales el contenido de azufre del fuel-oil utilizado a bordo de los buques no debe exceder del 1,5% masa/masa. Será obligación de los buques tener un sistema de limpieza de los gases de escape u otro método técnico que limite las emisiones de SOx.

PM ultrafinas u otro contaminante. Al respecto existen estudios en Alemania y en los Países Bajos²³¹, en donde si bien se aprecia una importante reducción de las concentraciones de SO₂ durante un decenio, al igual que la mortalidad, de manera paulatina, no se consideró que hubiera una asociación causal directa entre el SO₂ y la mortalidad, pues se le atribuyó a una disminución con similar tendencia que presentaron las PM.

Respecto a los efectos del cambio climático, específicamente el aumento de la temperatura²³², se prevén que estos sean directos o indirectos, dentro de los primeros se presentaría un aumento de los episodios de estrés a consecuencia de mayores temperaturas, al igual que un aumento en enfermedades de tipo respiratorio o cardiovasculares; dentro de los efectos indirectos se prevén incrementos en la incidencia de enfermedades contagiosas y producto del mayor número de desastres naturales la mortalidad o daños sufridos podría aumentar; al igual que trastornos en la dieta consecuencia de las alteraciones en la agricultura.

8.3. El Impacto de la contaminación atmosférica sobre la naturaleza, la flora y la fauna

Si bien los principales esfuerzos en el control de los contaminantes están destinados a evitar daños y brindar protección a los seres humanos, los efectos que la contaminación tiene sobre el medio natural son de gran importancia, los cuales directa o indirectamente afectan a humanidad. Especial preocupación presentan aquellos contaminantes atmosféricos cuando producen efectos adversos al entorno natural en concentraciones más bajas que las que perjudican la salud humana, ya que las directrices de calidad del aire se basan únicamente en los efectos sobre la salud humana no asumiendo los daños indirectos sobre el bienestar humano.

De acuerdo a datos²³³ entregados en el IPCC 2007, existen evidencias

²³¹ Vid. OMS (2005), *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, Actualización mundial 2005*. Grupo de Trabajo de la OMS de Bonn del 18 al 20 de octubre de 2005, cita los trabajos realizados en Alemania por WICHMANN HE *et al.* (2000), "Daily mortality and fine and ultrafine particles in Erfurt, Germany. Part 1: Role of particle number and particle mass". Cambridge, MA, *Health Effects Institute* (Research Report No. 98); y en los Países Bajos por BURINGH E., FISCHER P.; HOEK, G. (2000), "Is SO₂ a causative factor for the PM-associated mortality risks in the Netherlands? Inhalation", *Toxicology*, 12(Suppl.):S55–S60.

²³² Vid. SMITH, R.L.; SMITH, T.M. (2005), pp. 43 y ss.

²³³ Vid. IPCC 2007a, en gran medida los datos entregados consideran trabajos realizados desde 1970.

contundentes que vinculan el calentamiento global al aumento del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar, etc. El aumento de nivel del mar en un promedio mundial ha aumentado desde 1961 de 1,8 mm/año, y desde 1996 de 3,1 mm/año, debido por una parte a la dilatación térmica y al deshielo de los glaciares, de los casquetes de hielo y de los mantos de hielo polares²³⁴, cabe destacar que los datos no permiten concluir si este aumento es puntual o una tendencia a largo plazo.

En lo que respecta a las precipitaciones, datos entre 1900 y 2005, indican que han aumentado considerablemente en las partes orientales del norte de América del Sur y del Norte septentrional de Europa, y Asia septentrional y central, si bien se han registrado disminuciones en el Sahel, en el Mediterráneo, en el sur de África y en ciertas partes del sur de Asia. Se aprecia que desde 1970 toda la superficie terrestre probablemente se ha visto afectada por sequías.

Respectos de los estudios realizados estos no pueden afirmar con certeza sino únicamente como muy probable, que en general las bajas temperaturas en los último 50 años hayan disminuido, reduciéndose los episodios diarios y nocturnos de fuertes heladas, situación que no se ha producido en el caso de las altas temperaturas que de acuerdo a las evaluaciones realizadas ha aumentado la frecuencia de olas de calor en gran parte de las regiones del mundo. Entre los años 1995 y 2006, se han registrado los once entre los doce años más cálidos desde 1850, año desde que se cuenta con la instrumentalización necesaria para esta mediación. Estos cambios en las temperaturas que no solamente afectan a la superficie terrestre sino a la de los océanos, pueden haber originado por ejemplo un particular aumento de la actividad ciclónica tropical intensa en el Atlántico Norte desde 1970, aunque tampoco se puede apreciar una tendencia de aumento o disminución en el número de ciclones tropicales que se desarrollan anualmente.

Todos los cambios en variables tan determinantes como la temperatura atmosférica inevitablemente provocan permutaciones en los regímenes climatológicos los cuales inciden sobre los sistemas naturales. Las consecuencias de todas estas

²³⁴ *Ibidem*, Datos satelitales obtenidos desde 1978 indican que el promedio anual de la extensión de los hielos marinos árticos ha disminuido en un 2,7 % por decenio, con disminuciones estivales aun más acentuadas, de 7,4 % por decenio. La disminución se ha producido en ambos hemisferios.

variaciones se están dejando apreciar en distintas regiones terrestres. Es así como para los científicos en ecosistemas terrestres califican con grado de confianza muy alto la vinculación del aumento de la temperatura con la anticipación de los procesos que se desarrollan en primavera, como por ejemplo la migración de las aves o la puesta de huevos; como también el desplazamiento hacia los polos y hacia alturas superiores la flora y fauna.

Tabla Nº 9
Valores guía para sustancias individuales basados en los efectos sobre la vegetación terrestre.

SUSTANCIA	VALOR GUÍA	PROMEDIO EN EL TIEMPO
SO ₂ : nivel crítico	10–30 µg/m ³ ^a	Anual
Carga crítica	250–1500 eq/ha/year ^b	Anual
NOx: nivel crítico	30 µg/m ³	Anual
Carga crítica	5–35 kg N/ha/year ^b	Anual
Ozono: nivel crítico	0.2–10 ppm·h ^{a,c}	5 días a 6 meses

Fuente: WHO (2000). *Air quality guidelines for Europe*, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series No. 91).

En general los niveles críticos se relacionan con efectos directos sobre la fisiología de las plantas, el crecimiento y vitalidad, y se expresan como concentraciones atmosféricas o exposición acumulativas en un período tiempo promedio determinado; generalmente se basan en los efectos observados en períodos que van desde un día hasta varios años.

Las cargas críticas se refieren a los efectos sobre la estructura y funcionamiento del ecosistema, y se expresan como deposiciones anuales de masa o de acidez; generalmente se refieren a los posibles efectos sobre los períodos de tiempo medidos en décadas.

^a Dependiendo del tipo de vegetación

^b En función del tipo de suelo y de los ecosistemas

^c AOT: la exposición acumulada en un umbral de 40 ppb.

En total en el IPCC 2007 existen más de 29000 series de datos empíricos, obtenidos de 75 estudios, que muestran variaciones notables en numerosos sistemas físicos y biológicos, de estos datos un 89% es coherente con lo esperado con temperaturas más elevadas.

En lo que respecta a los efectos de los contaminantes sobre el ecosistema general, de acuerdo a estudios realizados con la ayuda de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas²³⁵, dentro del marco de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza, algunos de los cuales se consideran en la Tabla Nº 9, han determinado valores guías para algunos de los contaminantes más

²³⁵ Vid. WHO (2000). *Air quality guidelines for Europe*, 2nd Ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series No. 91). En particular se entregan datos respecto del dióxido de azufre: incluyendo el azufre y la deposición ácida en total; dióxido de nitrógeno y otros compuestos nitrogenados como el amoníaco; y el ozono. Para los metales y contaminantes orgánicos persistentes, los niveles de contaminación del suelo o la bioacumulación dando lugar a efectos adversos se han propuesto, pero los métodos de vinculación de estas a las concentraciones atmosféricas no se han desarrollado.

importantes y que forman parte de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia y sus protocolos.

En Europa hasta la década de 1980 el dióxido de azufre ocupaba gran parte de la preocupación por sus efectos fitotóxicos ; situación que ha sufrido cambios como consecuencia de dos factores; en general ha disminuido su concentración al menos en regiones menos industrializadas ya que aún persisten niveles elevados en regiones altamente industrializadas de la República Checa, Polonia y la parte oriental de Alemania; y que contaminantes como el ozono y óxidos de nitrógeno han aumentado su presencia y por lo tanto, el riesgo de daños al medio natural, fundamentalmente las especies, los suelos de los bosques y las aguas superficiales.

Resultados de estudios muestran un incremento del transporte de óxido de azufre como sulfato (SO_4^{2-}), en un factor que oscila entre 2.0 y 3.5 entre los años 1950 y 1980, comparados con los niveles observados en la etapa preindustrial europea. Las emisiones de dióxido de azufre, que en el aire se transforma en sulfato, y que en presencia de humedad forma el ácido, constituye el compuesto principal de la deposición ácida²³⁶.

Daños como defoliación, decoloración, disminución del crecimiento y muerte regresiva de árboles, se han registrado durante la última década en bosques de Europa, los que en buena parte se consideran una consecuencia de la acidificación del suelo, al igual que fenómenos como la eutrofización y los efectos oxidantes fotoquímicos. Asimismo, también se le puede considerar el responsable de la acidificación de las aguas superficiales, la mortalidad de peces y otros cambios ecológicos en grandes zonas del norte de Europa y partes orientales de América del Norte.

Por su parte las derivaciones que presenta su disminución de la capa de

²³⁶ La acidificación del suelo se define como una disminución en la capacidad de neutralización de ácidos (ANC) de la fracción inorgánica del suelo, incluida la fase de solución, y depende directamente de la oferta neta de cationes básicos (por erosión y sedimentación) y la oferta neta de aniones (menos el depósito de retención) en el suelo mineral. La deposición de compuestos acidificantes, como el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y amoníaco conduce a la acidificación del suelo por oxidación de los ácidos sulfúrico y nítrico, y la lixiviación de sulfato y nitrato, respectivamente. La dinámica de la acidificación de suelos forestales depende del lugar y características del suelo como la tasa de erosión, la capacidad de adsorción de sulfato y la capacidad de intercambio catiónico. La acidificación de los suelos produce entre otras cosas un aumento en la concentración de aluminio en solución, lo que aumenta el riesgo de daños a la vegetación.

ozono estratosférico, ocupa el interés de los científicos y estudiosos del tema, debido a sus efectos y daños manifiestos en las hojas, el crecimiento y disminución de los rendimientos, y alteración de la sensibilidad a factores bióticos y abióticos²³⁷.

La mayor parte de la diversidad biológica de la Tierra se encuentra en los ecosistemas naturales y seminaturales, tanto en los hábitats acuáticos como terrestres. Las actividades del hombre constituyen una serie de amenazas a la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas, y por lo tanto, a la variedad natural de las especies vegetales y animales. El nitrógeno presente en el aire puede encontrarse en diferentes formas²³⁸, lo que hace difícil obtener resultados claros sobre la incidencia de cada uno en el medio natural, existiendo datos sobre los impactos principalmente de óxidos de nitrógeno (NO_x, NO₂ y NO) y el NH₃ en la vegetación. Tanto los óxidos de azufre como los de nitrógeno ocasionan daños por acidificación, si bien ambos procesos están relacionados, fundamentalmente a nivel de cuencas, es necesario su tratamiento y estudio por separado.

En el Anexo I podemos apreciar gráficamente los fenómenos descritos.

²³⁷ Vid. WHO (2000). *Air quality guidelines for Europe*, 2nd Ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series No. 91). Chapter 12 Effects of ozone on vegetation: critical levels.

²³⁸ Vid. WHO (2000), principalmente óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y el amoníaco (NH₃), como la deposición seca, y el nitrato (NO₃⁻) y amonio (NH₄⁺), como la deposición húmeda. Otras contribuciones son de la deposición oculta (niebla, nubes, aerosoles), peroxiacetinitrato (PAN), pentóxido de nitrógeno (N₂O₅), el óxido nitroso (N₂O) y aminas. Desde *Airquality guidelines for Europe*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1987, se cuenta con datos de mayor exactitud y fiabilidad sobre los efectos de óxidos de nitrógeno y amoníaco.

CAPÍTULO II

EL DERECHO INTERNACIONAL COMO INSTRUMENTO PARA LA PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA

El deterioro medioambiental evidente en estas últimas décadas ha dado origen a la elaboración de numerosos acuerdos internacionales multilaterales. En este contexto el derecho internacional público ha tenido que adaptarse a este nuevo escenario, donde la Organización de Naciones Unidas con sus distintas estructuras dependientes, han oficiado como gestoras y organizadoras de cumbres internacionales y de acuerdos internacionales multilaterales medioambientales.

La protección del medio ambiente requiere de la interrelación entre las distintas áreas del saber para la elaboración de instrumentos que permitan prevenir, proteger o reparar los daños provocados directa o indirectamente por los seres humanos. En este sentido, para que la norma logre cumplir con los objetivos trazados es fundamental conocer a cabalidad el medio y contexto del cual se pretende legislar.

Como ya hemos tenido oportunidad de revisar en el Capítulo anterior, la atmósfera es un medio que presenta una gran complejidad debido en gran medida a los múltiples y variados factores que inciden en ella. Asimismo, la imposibilidad de acotarla o clausurarla facilita el transporte de las emisiones de los distintos contaminantes vertidos en ella, los cuales dependiendo de sus características y de las reacciones que desarrollan, pueden recorrer distancias de importantes dimensiones.

En este segundo capítulo que hemos titulado el derecho internacional como instrumento para la protección de la atmósfera, abordaremos el conocimiento de la atmósfera y su contaminación desde la perspectiva del derecho internacional del medio ambiente. Ahora bien, desde este marco tampoco presenta un tratamiento simple de abordar, pues al existir, entre otras cosas, distintas apreciaciones respecto de su tratamiento como concepto jurídico, del alcance de la soberanía, y de los derechos u obligaciones sobre este espacio, conlleva evidentes dificultades al momento de elaborar normas para su protección.

Nuestro objetivo al elaborar este capítulo es presentar un marco teórico, con los conceptos y antecedentes que nos sirvan de apoyo para poder entender con mayor claridad el entorno en el cual se sitúa nuestro trabajo.

Para tal fin hemos dividido el capítulo en cuatro apartados, algunos de los cuales presentan subdivisiones. Así comenzamos revisando al medio ambiente como bien jurídico, recurriendo para tal efecto a distintos autores con líneas doctrinales muchas de estas discrepantes, que nos dan una muestra de la dificultad de asumir una postura consensuada base para la construcción de un sistema jurídico que proteja la atmósfera.

Posteriormente abordamos el concepto y naturaleza jurídica de la atmósfera y de la contaminación atmosférica, donde exploramos el concepto de “patrimonio común de la humanidad” y la atmósfera entendida como tal, el régimen jurídico general de la atmósfera y el espacio, y por último, la contaminación atmosférica y su regulación jurídica.

En nuestro tercer apartado comenzamos a introducirnos en el derecho internacional de medio ambiente, abordando así la dimensión internacional de la protección del medio ambiente, donde revisaremos cómo se sitúa el derecho Internacional frente a la protección del medio ambiente, y algunos de los instrumentos con los cuales cuenta, como los principios generales de derecho internacional del medio ambiente, deteniéndonos en algunos de los principios generales y estructurales que a nuestro entender son los más relevantes en el marco de nuestro trabajo.

Por último, en el cuarto apartado nos ocuparemos de otros instrumentos de derecho internacional para la protección de la atmósfera y de los esfuerzos internacionales para el control y protección de la contaminación atmosférica, distintos del régimen construido a partir de la Convención de Ginebra de 1979. Iniciaremos este apartado revisando los tratados internacionales como instrumentos idóneos en la protección de la atmósfera y posteriormente el concepto de régimen ambiental y sus implicancias. Asimismo, revisaremos cómo funcionan y se articulan los tratados multilaterales internacionales, sus mecanismos de control y cumplimiento, la resolución de controversias y, entre otras cosas; el concepto de gobernanza en el marco medioambiental, y por último, abordaremos brevemente dos de los regímenes jurídicos de protección de la atmósfera internacionales más importantes: el régimen jurídico de la capa de ozono y el régimen jurídico del cambio climático.

1. El medio ambiente como bien jurídico

El medio ambiente o entorno natural es el espacio en donde vive y se desarrolla el ser humano y la sociedad en general, razón por la cual su protección no se puede considerar sino dentro de un contexto colectivo, lo que nos permite inferir que el medio ambiente es un bien jurídico colectivo. El riesgo de que el deterioro del medio ambiente pueda afectar directa o indirectamente al ser humano y su desarrollo hace necesario la protección de este bien colectivo.

En este contexto, si recurrimos a la teoría de los derechos subjetivos, donde el ser humano se constituye en el centro de protección del derecho, la norma es el instrumento mediante el cual se intenta preservar bienes tan trascendentes como la salud, vida, integridad física, etc. Es así como encontraremos conductas que lesionan por medio del “ambiente” – como medio - bienes jurídicos individuales; como también, conductas individuales que lesionan el “ambiente” – presente o futuro - que afectan el bien social general. De este modo, provocar una lesión al ambiente puede originar una lesión al bien jurídico individual y social. Será entonces la función del derecho ambiental la protección de varios derechos individuales y uno colectivo.

Desde el punto de vista de MANCINI, *et. al.*²³⁹, el medio ambiente como bien jurídico colectivo presenta ciertas particularidades ya que

«...[s]u modificación o alteración es susceptible de afectar intereses difusos de la sociedad, en forma actual o futura, o incluso sólo de generar peligro de afectación, sin que sea necesario identificar la violación de un derecho subjetivo para justificar la intervención del derecho como sistema de control social.» Concluyendo que los «Bienes jurídicos individuales y colectivos ya no constituyen dos categorías independientes, sino distintas soluciones jurídicas distintas a distintas situaciones sociales, con una única finalidad».

Ahora bien, fundamental será entonces la determinación del concepto jurídico de medio ambiente; ejercicio que no ha resultado fácil y que aún en la actualidad ocasiona debate. La primera explicación por la cual se ha originado esta dificultad puede deberse a la complejidad que resulta conseguir una definición clara y explicativa del concepto, apuntando que desde el punto de vista lingüístico, se trata de un pleonasma al ser sinónimos los términos “medio” y “ambiente”²⁴⁰, complicación

²³⁹ Vid. MANCINI, M.T. *et. al.* (2003), *Tutela Ambiental*, (1ª Edición), Buenos Aires: Editorial Ciudad Argentina, Colección Cuadernos de Época, pp. 43-44.

²⁴⁰ Si nos remitimos al Diccionario de la Real Academia de la lengua española, define “medio” relativo al ambiente como “conjunto de circunstancias físicas que rodean a los seres vivos”, y por extensión,

que por cierto, solamente se presenta dentro de la lengua castellana pues el vocablo “ambiente” corresponde a la expresión inglesa “*environment*”, a la francesa “*environnement*” y a la alemana “*unwelt*”, generalmente traducida como “entorno”²⁴¹.

La complejidad del concepto inevitablemente ha dado origen a distintas doctrinas al respecto. Conocida dentro de la doctrina española del concepto jurídico de medio ambiente es la expuesta por profesor MARTÍN MATEO²⁴² que reduce el medio ambiente al ámbito del entorno natural, esto es «[...] aquellos elementos naturales de titularidad común y de características dinámicas; en definitiva, el agua, el aire, vehículos básicos de transmisión, soporte y factores esenciales para la existencia del hombre en la tierra»; cabe destacar la ausencia expresa del suelo en esta conceptualización, que por la notoriedad de su ausencia, puntualiza que la exclusión la hacia desde «un enfoque puramente metodológico, no dogmático...» pues

«la gestión del suelo, o bien se reconduce a la ordenación global de territorio y a la lucha contra la erosión con trascendencia más amplia que la propia gestión ambiental, o bien, a la postre, se conecta con los ciclos del agua del aire, bien en cuanto a las sustancias depositadas en el suelo y que en aquéllos se transportan, bien en cuanto a eventuales alteraciones de estos ciclos al perturbarse las condiciones meteorológicas por obra, por ejemplo, de la deforestación»²⁴³.

“conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas, sociales, etc., que rodean a las personas”, y a su vez define “ambiente” como “condiciones o circunstancias físicas, sociales, económicas, etc., de un lugar, una colectividad o una época”. Etimológicamente, Ambiente proviene del latín “*Ambiens*”, “*entis*”, que se refiere a lo que rodea o cerca. Desde un punto de vista netamente lexicológico se presenta como un participio activo del verbo *ambere*, rodear, y éste derivado de *ire*.

²⁴¹ Vid. LÓPEZ RAMÓN, F. (1997), “El Derecho ambiental como derecho de la función pública de protección de los recursos naturales”, en VALLE MUÑIZ, J.M. (coord.) (1997). *La Protección Jurídica del Medio Ambiente*. Navarra: Aranzadi, pp. 105-112. En este sentido, como señala el autor, para muchos autores el concepto debiera denominarse “ambiente” y no “medio ambiente”, pues en castellano se considera redundante.

²⁴² Vid. MARTÍN MATEO, R. (1991a), *Tratado de Derecho ambiental*. (Vol. I), Navarra: Ed. Trivium, p. 86. Martín Mateo, al igual que autores como Escribano Collao, López González y otros, dentro de la doctrina española presenta una visión estricta del concepto medio ambiente. JORDANO FRAGA, J. (1995). *La protección del derecho a un medio ambiente adecuado*. Barcelona: J. M. Bosch Editor, S.A., p. 56-58. La doctrina española se ha centrado fundamentalmente en si debe entenderse en un sentido estricto o si ha de concebirse en un sentido amplio. En la primera corriente, encontramos a exponentes como Martín Mateo, Larumbe Biurrun, Escribano Collado, Lopez Gonzalez, Rodriguez Ramos y Quintana López. Por el contrario, los que entienden el concepto jurídico en un sentido amplio, encontramos a Fuentes Bodelón, López Ramón, Trenzado Ruiz, Gálvez Montes, Corella Monedero, Palomar Olmeda, Zaquenöd de Zögon, entre otros.

²⁴³ Vid. MARTÍN MATEO, R. (1991a), pp. 86 y 24, respectivamente.

Dicho de otro modo, fundamenta su exclusión, pues considera elementos ambientales únicamente a los bienes de dominio público, comunes, susceptibles de su utilización sin límite por la totalidad de los individuos²⁴⁴.

Respecto a este planteamiento JORDANO FRAGA²⁴⁵ destaca desde el ámbito conceptual un carácter marcadamente restrictivo. Asimismo subraya su coherencia inicial y solidez características que sin embargo se van diluyendo por las matizaciones posteriores. A su juicio, el argumento de Martín Mateo se resquebraja al poner el énfasis como criterio unificador o cohesionador, en la titularidad o el régimen jurídico de sus elementos integrantes, lo que le permite incluir agua y aire y excluir otros, como suelo, lo que tiene como consecuencia un carácter restrictivo. Dentro de este ámbito, y continuando con su reflexión, JORDANO FRAGA, acentúa que desde el punto de vista jurídico todo lo medioambiental permite pensar en bienes situados por encima del marco de acción del sujeto, asignándoles la calidad de intereses colectivos de titularidad común, extraída por Martín Mateo.

En semejante senda conceptual se encuentran ESCRIBANO COLLADO y LÓPEZ GONZÁLEZ²⁴⁶, quienes defienden un concepto más restringido destacando los inconvenientes en adoptar posiciones amplias. Pues sostienen que una concepción que abarque todos los elementos, sean estos naturales o no, que conformen el entorno donde se asienta toda la civilización y cultura comprendería «desde la conservación de la naturaleza en sus distintas manifestaciones, hasta la ordenación del territorio, pasando por el patrimonio cultural de los pueblos, el mantenimiento de un

²⁴⁴ Vid. MARTÍN MATEO, R. (2003), *Manual de Derecho ambiental*. (3ª Ed. 1ª Aranzadi), Navarra: Thomson Aranzadi, p. 255. Cabe destacar que con posterioridad flexibiliza su postura e incluye al suelo aunque con límites y consideraciones. Pues si bien reconoce que realiza funciones de carácter ambiental no siempre ha estado clara su verdadera trascendencia. Y como indica en, «Lo que caracteriza el suelo es que no es un elemento natural aislado, sino que constituye el soporte biológico de toda la tierra emergida», aunque no lo equipara al agua o aire pues «el suelo en cuanto elemento biológicamente activo, no constituye un sistema global e intercomunicado como el caso de la atmósfera o del agua y tampoco es como estos un componente existencial insustituible.»

²⁴⁵ Vid. JORDANO FRAGA, J. (1995), p. 57-59. Como apunta el autor, el concepto «elementos naturales de titularidad común» puede presentar un sentido más amplio que el planteado por Martín Mateo, tal vez el propugnado por el jurista italiano AMADEO POSTIGLIONE, para el cual en *Ambiente: Suo significato giuridico unitario*, RTDP, fasc. I, 1985, p. 50, acota «la idea romana de “*res communes omnium*” conquista un dominio no de tipo patrimonial, pero que individualiza una relación jurídica del todo nueva: los recursos naturales, prescindiendo de su pertenencia, son protegidos jurídicamente en su mismo ser, en su existencia como tales, en su identidad, en su cualidad, porque pueden servir a la vida de la comunidad (la calidad del agua; del aire; del mar; etc.)»

²⁴⁶ Vid. ESCRIBANO COLLADO, P.; LÓPEZ GONZÁLEZ, J.I. (1980), “El medio ambiente como función administrativa”. Civitas. *Revista Española de Derecho Administrativo*, nº 26, 367-386, p. 370.

determinado nivel de confort colectivo, etc.». Esta consecuencia, presenta el inconveniente que «desde un punto de vista jurídico administrativo, de su excesiva extensión, pues se engloban dentro de un mismo concepto funciones administrativas muy dispares e instituciones jurídicas diversas que difícilmente pueden ser reconducidas a principios comunes, que ni siquiera responden a necesidades sociales homogéneas y cuya satisfacción exige el empleo de medios científicos y técnicos muy diferentes».

En similar línea argumental encontramos a LARUMBRE BIURRUM²⁴⁷ quien define al medio ambiente como «un conjunto de elementos naturales que son objeto de protección especial por el derecho». Dentro de estos incluye el agua y el aire – al ruido por transmitirse por el aire y a las agresiones de origen radioactivo sobre el agua y aire – dejando fuera al suelo.

Desde la otra corriente doctrinaria opuesta encontramos a exponentes con concepciones de medio ambiente como Mola de Esteban, quien como apunta JORDANO FRAGA²⁴⁸ define medio ambiente humano como «el hombre y su entorno vital; esto es, el marco comprensivo y mutable de los elementos, condiciones y circunstancias de todo orden – físicas y orgánicas - en el que el hombre desenvuelve su vida».

Otra visión integradora es la que expone FUENTES BODELÓN, quien al medio ambiente físico o natural (agua, aire, tierra) o humano le suma el cultural. Para este autor naturaleza y cultura se encuentran «íntimamente relacionadas e interpenetradas». Pues, el hombre

«forma parte de la naturaleza pero a la vez la modifica, es criatura y a la vez crea nuevas formas y estilos de vida. Los llamados bienes culturales, costumbres y fiestas populares, tradiciones y ocupaciones artesanales antiguas, que revelan la identidad histórica de un pueblo, forman parte indiscutible de los bienes ambientales».

²⁴⁷ Vid. LARUMBRE BIURRUM, P.M. (1984), “Medio ambiente y Comunidades Autónomas”, *Revista Vasca de Administración Pública*, 8 (enero-abril), 9-72, p. 14. Se aprecia la fuerte influencia de Martín Mateo por la semejanza en su concepción de medio ambiente.

²⁴⁸ Vid. JORDANO FRAGA, J. (1995), p. 61. Cita a MOLA DE ESTEBAN, F. (1972). *La defensa del medio humano*. Madrid. Ministerio de la Vivienda, p. 72; y a FUENTES BODELÓN, F. (1980), “La calidad de vida y el derecho”, en *La calidad de vida en el proceso de humanización*. Madrid, CEOTMA, ASELCA-ASITEMA, pp. 161-218. pp. 181-182.

En análoga línea doctrinal JARIA I MANZANO²⁴⁹ en su primera monografía sobre su tesis doctoral - donde trata el sistema constitucional español de protección del medio ambiente -, es tajante en afirmar la exigencia de la Constitución española de una aproximación al concepto de medio ambiente amplio «en la medida que la finalidad que la norma fundamental asocia con el medio ambiente es la su adecuada al desarrollo de la persona.» Esta característica hace necesaria adoptar una definición de medio ambiente «generalista» y que corresponda al

«espai físic global, en la mesura que és aquest conjunt complex el que determina les condicions de vida de les persones, la incidència en les quals explica l'interès pel medi ambient dels ordenaments jurídics contemporanis. Tanmateix, cal demanar-se si l'ordenament jurídic ha de determinar fil per randa cadascuna de les característiques d'aquest espai físic global, de manera que tots els elements que en formen part tinguin el seu correlat normatiu.»

Si partimos de la hipótesis de que

«el medi ambient protegit per l'ordenament jurídic serà un correlat del medi ambient real [...]. En cas d'ignorar parts integrants del medi ambient real per construir una noció jurídica més restringida, estariem, en realitat, obviant la condició de sistema de l'objecte sobre el qual volem incidir jurídicament [...]».

Otra apreciación sobre el concepto presenta DE MIGUEL PERALES²⁵⁰ en referencia a la Convención de Lugano, entendiendo dentro del concepto de medio ambiente, los recursos naturales abióticos y bióticos, tales como el aire, agua, suelo, flora, fauna y la interacción de estos factores, los bienes que componen la herencia cultural y los aspectos característicos del paisaje. O la que realiza MORENO TRUJILLO²⁵¹ para la cual este concepto estaría comprendido por el conjunto equilibrado de componentes de origen natural que lo conforman en una zona y momento determinado, representando el sustrato físico de todo ser vivo, y que puede ser alterado por la acción del ser humano.

Por su parte y como subraya MARTÍN MATEO²⁵² respecto de planteamientos de cierta amplitud a los cuales no adhiere «es evidente que un jurista no puede revelarse contra la ley, por lo que habrán de tenerse en cuenta desde esta perspectiva

²⁴⁹ Vid. JARIA I MANZANO, J. (2005). *El sistema constitucional de protecció del medi ambient*, Barcelona, Institut d'Estudis Autònoms; 42, Generalitat de Catalunya, pp. 21.22.

²⁵⁰ Vid. DE MIGUEL PERALES, C. (2009). *Derecho español del medio ambiente*. (3ª Edición), Navarra: Civitas Thomson Reuters, pp. 31-32.

²⁵¹ Vid. MORENO TRUJILLO, E. (1991), *La Protección jurídico-privada del medio ambiente y la responsabilidad por su deterioro*. Barcelona: José María Bosch, pp. 35-47.

²⁵² Vid. MARTÍN MATEO, R., (1991a), p. 36.

las tutelas que el ordenamiento impone, aunque eso sí carecería de sentido extrapolar la regulación de los vertidos industriales a la protección de los elefantes», marcando límites frente a doctrinas de carácter más generalistas.

Apartándonos del ámbito doctrinal, si revisamos por ejemplo la definición de la Directiva del Consejo 85/337/CEE, de 27 de junio de 1985²⁵³, de evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, su texto realiza una definición de gran amplitud que implica como factores de la definición al hombre, a la flora, a la fauna, al suelo, al agua, al aire, al clima, al paisaje, a los bienes inmateriales y al patrimonio cultural. O el Convenio del Consejo de Europa celebrado en Lugano de 21 de junio de 1993, sobre responsabilidad civil por daños ocasionados por actividades peligrosas para el medio ambiente²⁵⁴, en cuyo texto representa una definición en la cual se incluyen los recursos naturales aire, agua, suelo, flora y fauna; como también, la herencia cultural y el paisaje.

Por otra parte, dentro del marco jurisprudencial también encontramos distintas definiciones del concepto. Por ejemplo, la Corte Internacional de Justicia²⁵⁵ en un caso relacionado con la implementación y terminación del Tratado sobre la construcción y operación del sistema de presa Gabčíkovo-Nagymaros firmado en Budapest el 16 de septiembre de 1977, se refiere al concepto “El medio ambiente no es solo una abstracción, sino que representa el espacio viviente, la calidad de vida y la misma salud de los seres humanos, incluyendo a las generación por venir...”.

Mas allá de las múltiples definiciones e interpretaciones que en el ámbito del derecho se le asigna al medio ambiente, lo fundamental y que queda claro al tenor de las mismas, es que se trata de un concepto ligado al ser humano pues la verdadera justificación o razón de ser de la tutela del medio ambiente es la protección de hombre.

Ahora bien, la complejidad y amplitud de su definición pueden originar la confusión con otros términos que se enmarcan dentro del mismo contexto pero que

²⁵³ Directiva del Consejo 85/337/CEE, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (DOCE num L175, de 5 de julio de 1985).

²⁵⁴ *Vid.* Convention on Civil Liability for Damage resulting from Activities Dangerous to the Environment CETS No.: 150 (Council of Europe Press Release Ref. 102/1993).

²⁵⁵ *Vid.* Sentencia de 25 de septiembre de 1997, asunto del Proyecto Gabčíkovo-Nagymaros entre Eslovaquia y Hungría, *CJ Reports* 1997.

presentan implicancias y consideraciones distintas. Nos referimos específicamente a la ecología, la ciencia cuyo término fue acuñado por primera vez por el zoólogo alemán Ernst Haeckel en 1869, remitiéndose al origen griego de la palabra (“*oikos*”, casa; logos, ciencia, estudio, tratado); y que podemos definirla como el estudio científico de las relaciones entre los organismos y su ambiente²⁵⁶, aunque Haeckel lo describe como relaciones entre los animales y su ambiente.

La relación hombre-naturaleza ha sido una constante en todas las etapas de la evolución cultural, el ser humano ha intentado por medio de la naturaleza referenciar su acción transformadora, y como subraya PÉREZ LUÑO²⁵⁷ «[...] desde las etapas iniciales de la historia el hombre acude a la naturaleza para una mejor comprensión de su propia dimensión social». De este modo la dicotomía naturaleza-sociedad, forma una relación inseparable en todos los ámbitos económico, político, científico-técnico, etc. Ahora bien, la renovada presencia de la ecología en el marco de las ciencias sociales alcanzando al par ser humano-entorno, debe ser suficiente para lograr la utilización racional y equilibrada de los recursos naturales, fundamentalmente de aquellos de carácter energético, de manera de lograr los mejores niveles de calidad de vida²⁵⁸.

Sobre la necesidad de diferenciar los términos o de consideraciones de similitud, para autores como GUTIERRÉZ-YURRITA²⁵⁹ existe una clara diferenciación

²⁵⁶ Vid. SMITH, R.L.; SMITH, T.M. (2005), p. 4. Como subrayan los autores, esta definición solamente puede ser considerada válida si se trata de ecosistemas de gran amplitud para “relaciones” y “ambiente”. Ahora bien, los organismos se relacionan o interactúan con su ambiente dentro del marco de un ecosistema, concepto donde entenderemos “eco” como ambiente y “sistema” como un conjunto de partes las cuales se encuentran interrelacionadas y que funcionan como partes de un todo.

²⁵⁷ Vid. PÉREZ LUÑO, A.E. (2009), *Derechos Humanos, Estado de Derecho y Constitución*. (9ª edición), Madrid: Tecnos, p. 491.

²⁵⁸ El concepto de “calidad de vida” ampliamente utilizado fundamentalmente en el ámbito económico-ambiental, es de compleja definición, pues aunque existen índices que lo miden dependerá del nivel de desarrollo que se presente en el país o Estado evaluador. Se considera fue introducido por primera vez por John Kenneth Galbraith, economista canadiense post-keynesiano de gran influencia, en su obra *La sociedad opulenta* o “*The Affluent Society*” de 1958.

²⁵⁹ Vid. GUTIERRÉZ-YURRITA, P.J. (2007), “Configuración ecológica del medio ambiente como bien jurídico”. *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº 12, pp. 263-285. Es autor cita el artículo de DUBOVİK, O.L. (2006). *Ecological law and ecological conflicts. Law and Politics. International Scientific Magazine*, UK. (Revista en formato digital). La autora para diferenciar ambos derechos presenta un ejemplo en el ámbito de la política de bosques. Para esta, el Derecho ecológico normaría las directrices para el manejo del bosque, pues involucra la protección a los procesos ecológicos que dependen de la estructura del bosque bajo explotación; en cambio el Derecho ambiental, estaría destinado a normar por ejemplo, la distribución del agua o a la implementación de un plan de reducción de residuos peligrosos industriales que pueden afectar al bosque.

entre derecho ambiental y derecho ecológico y para su explicación recurre a Dubovik, quien expone que el derecho ecológico se circunscribe únicamente a la esfera ecológica, es decir, regulación del comportamiento y ética humana frente a resolución de problemas ecológicos. En cambio el derecho ambiental se encarga de las cuestiones que relacionan a la naturaleza y el ser humano, fundamentalmente en el corto plazo.

El medio ambiente puede ser incluido dentro de lo que SGUBBI²⁶⁰ consideraría “interés difuso”, pues este tipo de intereses se caracterizan por presentar una continua relación entre aspectos individuales y colectivos. Ahora bien, como precisa ESTEVE PARDO²⁶¹ la importancia en este tipo de bienes jurídicos recae en que se trata de bienes supraindividuales, es decir, que pertenecen al ámbito colectivo traspasando incluso los límites de Estado y que su alteración puede afectar a generaciones futuras. Asimismo, siguiendo el ejercicio de relación de SGUBBI, la formación del interés difuso surge de la sociedad, al momento que es reconocido como tal, este se transforma en interés colectivo, con todos los alcances sociales que esta calificación conlleva. O como puntualiza MATEOS RODRÍGUEZ-ARIAS²⁶² no cabe establecer criterio de distinción entre interés colectivo y difuso, pues, el interés difuso es una situación meramente fáctica, en el momento en que se traspasa ese ámbito, el interés difuso se transforma en colectivo.

Otra razón que puede ser considerada de mayor importancia es la dificultad para acotar el concepto, pues si nos remitimos a la polisemia conceptual lo podemos entender como todo lo que rodea a los seres vivos, estando conformado por elementos biofísicos: suelo, agua, clima, atmósfera, plantas, animales y microorganismos, en incluso ampliarlo aún más, a los componentes sociales que se refieren a los derivados de las relaciones que se manifiestan a través de la cultura, la ideología y la economía. Esta definición, es claramente muy amplia, y generalmente es

²⁶⁰ Autor de la obra *“Tutela penale di interessi diffusi”* la que es elaborada con posterioridad a su presentación en la III Convención de la Asociación Italiana de Derecho Comparado de 1975, respecto de la temática “Tutela jurídica de los intereses difusos, con particular atención a la protección del ambiente y de los consumidores”.

²⁶¹ Vid. ESTEVE PARDO, J. (2008), *Derecho del medio ambiente*. Madrid: Marcial Pons, p. 66.

²⁶² Vid. MATEOS RODRÍGUEZ-ARIAS, A. (1992), *Derecho Penal y Protección del Medio Ambiente*. Madrid: Colex, p. 73.

aplicada por aquellas áreas del saber o de investigadores cercanos o pertenecientes a las ciencias básicas, la tecnología o la sociología.²⁶³

Desde el punto de vista jurídico, la definición de un concepto no es ni debe ser necesariamente igual a la definición que puede presentar en otras áreas del conocimiento, y definitivamente con el concepto “medio ambiente” sucede éste fenómeno. La dificultad para definir jurídicamente este concepto puede originarse en dos fenómenos; se trata de un concepto de corta data dentro del ámbito jurídico, sumado a que proviene de un área del conocimiento muy distinto a la jurídica.²⁶⁴

El medio ambiente es considerado un bien jurídico pues es objeto de tutela legal. Como sabemos por bien jurídico se entiende aquél que encuentra protección en un instrumento con fuerza jurídica. En este caso la tutela del ambiente viene dictada por la importancia que dicho bien constituye para la sociedad. Por otra parte el ambiente es el todo, lo que resulta clave para no caer en la confusión entre ambiente y los elementos que lo integran, es decir, el aire, suelo, paisaje, flora y fauna. De este modo quien recibe la protección jurídica no es el aire, ni el suelo, ni los árboles o animales, sino el todo, el ambiente, el cual comprende todos los elementos que lo integran y las relaciones que se suceden u originan en él.

Ahora bien, no podemos olvidar que el concepto “bien jurídico” tiene su origen en el derecho penal relacionado de manera estrecha con nociones como delito o castigo. Dicho esto GUTIERRÉZ-YURRITA²⁶⁵ restringe la utilización de este concepto dentro del derecho ambiental a tres condicionamientos. Primero, que el objeto a tutelar esté claramente definido bajo criterios ecológicos; el uso de los principios de derecho ambiental, destacando el principio de prevención y el de precaución para la

²⁶³ El preámbulo de la Declaración de Estocolmo sobre medio ambiente humano de 1972 expresa que “El hombre es a la vez obra y artífice del medio que lo rodea, el cual le da el sustento material y le brinda la oportunidad de desarrollarse intelectual, moral, social y espiritualmente. En la larga y tortuosa evolución de la raza humana en este planeta se ha llegado a una etapa en que, gracias a la rápida aceleración de la ciencia y la tecnología, el hombre ha adquirido el poder de transformar, de innumerables maneras y en una escala sin precedente, cuanto lo rodea. Los dos aspectos del medio humano, el natural y el artificial, son esenciales para el bienestar del hombre y para el goce de los derechos humanos fundamentales, incluso el derecho a la vida misma.”

²⁶⁴ Vid. LÓPEZ RAMÓN, F. (1997), pp. 105-112.

²⁶⁵ Vid. GUTIERRÉZ-YURRITA, P.J. (2007), pp. 263-285.

conservación del bien tutelado²⁶⁶; y por último, la necesaria conexión en red de los procesos ecológicos y los ecosistemas, mecanismo necesario para la existencia humana.

Entonces, ¿Cual es la necesidad de “juridificar” las actividades y los recursos humanos? La respuesta a esta interrogante se simplifica si partimos de la premisa que el derecho ambiental se identifica y nace como instrumento para la regulación y protección del ser humano y de su entorno. Con el fin de cumplir este cometido, se requiere de un marco teórico que informe de aquellas actividades humanas que afectan al entorno, pues no todas son nocivas.

En lo que respecta a la juridificación de la naturaleza, definitivamente es una peculiaridad del derecho ambiental y como expresa BETANCOR RODRÍGUEZ,²⁶⁷ «...la existencia del derecho ambiental también depende de la identificación de aquello que no es humano, como la naturaleza,...». Ahora bien, siguiendo con su razonamiento juridificar implicará un proceso en donde es necesario identificar y valorar cuatro cuestiones centrales: las actividades humanas objeto de regulación, la incidencia de estas actividades, cual es el entorno que queremos proteger, y cuales son los objetivos de la regulación.

Ahora bien, dentro de este mismo marco hay que notar que no todos los acontecimientos que se desarrollan en los ecosistemas presentan relevancia jurídica. Y como puntualiza SERRANO MORENO²⁶⁸ existen dos vías para que una cuestión ambiental puede ingresar al ámbito de lo jurídico; como resultado de conflictos sociales surgidos de problemáticas ambientales por los que la sociedad les asigna prioridades legislativas y/o administrativas incluso mediante la vía judicial; en otras palabras, la adecuación del derecho ambiental a necesidades sociales; como también, la autorregulación del sistema ambiental por medio de mecanismos judiciales o dogmáticos propios del mismo sistema jurídico ambiental.

En lo que respecta al derecho ambiental este representa una respuesta jurídica a un problema que se origina por el deterioro del medio ambiente, pues como

²⁶⁶ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009). *International Law and Environment*. (Third edition) New York: Oxford University Press, p. 129, como destacan los autores, algunos autores consideran a este principio como básico para la protección global del medio ambiente nacional e internacionalmente.

²⁶⁷ Vid. BETANCOR RODRÍGUEZ, A. (2001), *Instituciones de Derecho Ambiental*. Madrid: La Ley, p. 32-34.

²⁶⁸ Vid. SERRANO MORENO, J.L. (1992), *Ecología y Derecho: Principios de Derecho Ambiental y Ecología Jurídica*. Granada: Editorial Comares, p. 64.

sabemos los derechos se positivizan en la medida en que el disfrute de “algo” se realiza con la necesaria tutela especial. Lo anterior es válido en la medida que como sabemos el derecho surge de la necesidad, *opinio juris sive necessitatis*.

Definiciones sobre el significado e implicancias del derecho ambiental existen muchas; es así como para el LÓPEZ RAMÓN²⁶⁹ el derecho ambiental es «el derecho de la función pública de los recursos naturales». O, para PÉREZ LUÑO²⁷⁰, este «se concibe como el conjunto de doctrinas, normas, instituciones y principios jurídicos que ordenan las actividades del Estado y de los particulares en la implementación del desarrollo sustentable».

Será entonces la función del derecho ambiental seleccionar e identificar jurídicamente aquellas actividades o conductas humanas²⁷¹ que por su incidencia o impacto deben ser sometidas al régimen jurídico con el fin último de proteger el entorno y recursos naturales básicos y fundamentales para la subsistencia y desarrollo de las generaciones actuales y futuras.

Característica principal de derecho ambiental es que la regulación de las conductas que rige no las realiza de manera aislada, como eran las anteriores intervenciones de carácter legislativo, judicial y administrativo, como destaca MARTÍN MATEO²⁷², sino que tiene en consideración el comportamiento de los elementos naturales sus interacciones y sus afectaciones al ser humano. Por otra parte, aunque pueda resultar de gran obviedad como destaca SERRANO MORENO²⁷³ la función del derecho ambiental no está en regular el funcionamiento de un ecosistema - que por ciento cuenta con mecanismos propios de autorregulación -; sino que viene a entregar normas destinadas a preservar el funcionamiento de aquellas autorregulaciones y mecanismos de adecuación que pueden verse alterados; y como más adelante resalta, esta visión permite obviar la discusión acerca de la definición del concepto ambiente y

²⁶⁹ Vid. LÓPEZ RAMÓN, F. (2005), “Régimen Jurídico de la Protección de la Atmósfera”. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, nº 27.

²⁷⁰ Vid. PÉREZ LUÑO, A.E. (2009), p.345.

²⁷¹ Vid. BETANCOR RODRÍGUEZ, A. (2001), pp. 43 y ss. Como destaca el autor tanto las conductas como las actividades que se encuentran reguladas por el Derecho ambiental son realizadas por seres humanos; por esta razón no podemos perder de vista que los sujetos de derecho pueden ser personal físicas o jurídicas, razón por la cual dentro de esta normativa se incluyen “conductas” que inciden sobre el entorno o medio natural.

²⁷² Vid. MARTÍN MATEO, R. (1991a), pp. 92-96.

²⁷³ Vid. SERRANO MORENO, J. L. (1992), pp. 40-67.

los límites del derecho ambiental, pues lo que viene a regular son en definitiva las conductas. Y por consiguiente define «derecho ambiental como el sistema de normas, instituciones, prácticas e ideologías jurídicas eventualmente útiles para la tutela del equilibrio de los ecosistemas».

Pero como destaca LOPERENA ROTA²⁷⁴ históricamente la protección al medio ambiente se realizaba fundamentalmente para lograr el disfrute adecuado de los recursos naturales, careciendo de la necesidad de que presentara una especial protección jurídica. Lo relevante realmente se encuentra en el reconocimiento jurídico del individuo y sobre todo del colectivo, frente a comportamientos individuales o colectivos que puedan provocar transformaciones o alteraciones en los parámetros ambientales que expongan el desarrollo social, económico, la salud pública o en definitiva la supervivencia de la especie humana.

Dentro de este marco y asumiendo la particularidad del derecho ambiental como expone ORTEGA ÁLVAREZ²⁷⁵ podemos extraer dos tipos de principios ordenadores los cuales se agrupan en los llamados principios estructurales y en los principios funcionales. Dentro del primer grupo destacan la globalidad, la horizontalidad, la sostenibilidad y la solidaridad; estos calificados a opinión de MARTÍN MATEO²⁷⁶ como megaprincipios, son aquellos que entregan el marco característico y estructural del derecho ambiental los que amparan, capacitándolo, para obtener el fin perseguido.

La globalidad de la problemática ambiental hace necesaria una respuesta de similar envergadura y dimensión, la imposibilidad de acotar o limitar los efectos ambientales ponen en evidencia su dimensión planetaria y global. Pero como recuerda el autor es fundamental mantener la conciencia en la necesidad de tener presente el eslogan “pensar globalmente, actuar localmente”, con la necesaria aplicación del concepto de subsidiaridad en los niveles políticos administrativos.

²⁷⁴ Vid. LOPERENA ROTA, D. (1998), *Los principios del Derecho ambiental*. España: Civitas, p. 23, aludiendo a JORDANO FRAGA, J. (1995), en una exposición sintética del estado del debate sobre derecho subjetivo al medio ambiente en El derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado: elementos para su articulación expansiva, en *Humana lura*, núm. 6, págs. 121-153.

²⁷⁵ Vid. ORTEGA ÁLVAREZ, L. (2004), *Lecciones de Derecho del Medio Ambiente*. (3ª Ed.), Valladolid: Editorial Lex Nova, S. A., pp. 48-53.

²⁷⁶ Vid. MARTÍN MATEO, R. (2003), pp. 39-42.

Por su parte la horizontalidad o transversalidad de la cuestión ambiental es evidente y se deja apreciar cada vez con mayor frecuencia en una doble vía, situación que queda de manifiesto con el efecto ambiental en diversas políticas, como asimismo, que previo a una política ambiental se tengan presentes otros factores; en definitiva, no se puede aislar la cuestión ambiental como una problemática particular, sino es necesario plantearla como parte integral de un todo que interviene y se deja intervenir.²⁷⁷

Dentro del plano transversal hay dos conceptos asociados: la sostenibilidad y el desarrollo sostenible. Los cuales a su vez se encuentran estrechamente conectados al desarrollo y crecimiento económico. En la medida en que la sostenibilidad este presente en el desarrollo e implementación de las políticas estas tendrán una menor o nula incidencia negativa sobre el medio ambiente.

Por último dentro de estos principios estructurales encontramos el de solidaridad, que como le describe ORTEGA ÁLVAREZ²⁷⁸, es el principio “llave de cierre de la coherencia” de los anteriores pues sería difícil conseguir la articulación de los principios de sostenibilidad y globalidad sin la aplicación del principio de solidaridad; por ejemplo si nos planteamos la necesidad de asumir por parte de países que cuentan con mayor riqueza la mayor proporción de los costos medioambientales, o la necesidad de asegurar a las generaciones futuras un medio ambiente de calidad. En este sentido la Declaración de Río de Janeiro en su Principio 7²⁷⁹ viene a entregar claridad sobre la conexión entre solidaridad, sostenibilidad y globalidad.

²⁷⁷ Al respecto la política de la Unión Europea ha sido clara y contundente, lo que ha quedado plasmado en el Art. 6 del TCE actual Art. 11 del Tratado de la Unión Europea (TFUE) donde se expresaba “las exigencias de la protección del medio ambiente deberán integrarse en la definición y en la realización de las políticas y acciones de la Comunidad”, reforzándose mediante los Programas de acción y el Tratado de Lisboa. Asimismo, se debe tener presente el Principio 4 de la Declaración de Río de Janeiro que pone de manifiesto la necesidad de que la protección del medio ambiente forme parte integral del desarrollo.

²⁷⁸ Vid. ORTEGA ÁLVAREZ, L. (2004), p. 65.

²⁷⁹ Principio 7 de la Declaración de Río de Janeiro sobre el medio ambiente y el desarrollo Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992, A/CONF.151/26 (Vol. I): “Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que les cabe en la búsqueda internacional del desarrollo sostenible, en vista de las presiones que sus sociedades ejercen en el medio ambiente mundial y de las tecnologías y los recursos financieros de que disponen.”

Como también el Art. 191.4 del Tratado de funcionamiento de la Unión Europea²⁸⁰ (antiguo Art. 174.4 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea) establece como regla la colaboración con terceros países y organizaciones internacionales.

Dentro del otro grupo de principios que ORTEGA ÁLVAREZ²⁸¹ denomina principios funcionales encontramos al principio de prevención, el principio causal y el de integración de costes ambientales, a los que asigna la calidad de «instrumentos idóneos» para alcanzar la protección ambiental. Todos estos integrados en el Art. 191.2 del TFUE (antiguo 174.2 de TCE) como principios de cautela y acción preventiva, principio de corrección de atentados al medio ambiente, preferentemente en la fuente misma, y en el principio de “quien contamina paga”.

La imposibilidad de revertir los daños causados al medio ambiente en prácticamente la totalidad de los casos en donde se produce, convierte al principio de prevención en un instrumento clave y fundamental para evitar la ocurrencia de algún incidente irreparable siendo entonces los controles preventivos, o procedimientos como la evaluación de impacto ambiental o el principio de cautela, mecanismos ampliamente utilizados para limitar actividades o procedimientos potencialmente peligrosos para el medio ambiente.²⁸²

Por su parte el principio de causalidad pone de manifiesto la necesidad de actuar en la fuente no descuidando los antecedentes previos, es decir, aquellos precedentes que pudieron o pueden ser causante de algún daño. Asimismo, dentro de este mismo marco de contención dentro del área de origen se desprende el principio de no traslación o traslado, lo que se traduce, en evitar el trasladar fuentes seguras o probables de contaminación o deterioro ambiental como por ejemplo residuos.

²⁸⁰ Art. 191.4 del Tratado de funcionamiento de la Unión Europea, “En el marco de sus respectivas competencias, la Unión y los Estados miembros cooperarán con los terceros países y las organizaciones internacionales competentes. Las modalidades de la cooperación de la Unión podrán ser objeto de acuerdos entre ésta y las terceras partes interesadas.”

²⁸¹ *Vid.* ORTEGA ÁLVAREZ, L. (2004), pp. 63-65.

²⁸² El Principio 15 de la Declaración de Río expresa de modo claro que “Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente”. Cabe destacar la conexión de este principio con el principio de transversalidad, en donde se requiere la aplicación de políticas destinadas a la utilización de sistema de prevención de daños ambientales.

Dentro del ámbito de la economía ambiental podemos situar al principio de integración de costos ambientales, mediante este principio se pretende que la economía productiva asuma los costes de todas aquellas medidas o políticas destinadas a evitar daños o deterioros al medio ambiente; siendo el principio de “quien contamina paga” un exponente ampliamente utilizado dentro de este grupo. Otros mecanismos utilizados son el traslado de los costes ambientales a los precios, la imposición de cánones o impuestos o la reventa de cupos de emisiones.

A modo de cierre de este apartado, luego de revisar algunas de las concepciones del concepto jurídico de medio ambiente, sentimos necesario expresar nuestro convencimiento en la necesidad de asumir el concepto desde una perspectiva amplia, que involucre al ser humano y su entorno natural y físico. Es evidente e irrefutable a nuestro entender, que si queremos proteger al ser humano no podemos abordar esta cuestión desde una perspectiva reduccionista. Del mismo modo que el entorno le afecta, le condiciona y le transforma, el ser humano es parte activa del entorno que lo rodea; afectándolo, condicionándolo y transformándolo. Debemos concebir al ser humano dentro de un sistema integrado. La evidencia científica de las interacciones y correlaciones que existen entre los constituyentes, la debilidad de los equilibrios existentes entre los mismos.

Conscientes estamos de la complejidad que desde el punto jurídico presenta la amplitud que del término se sustente. Pero en la medida en que se proteja al medio ambiente se protegerá al ser humano y viceversa.

2. Concepto y naturaleza jurídica de la atmósfera y su contaminación

En este recorrido por las bases jurídicas en torno a la atmósfera y su contaminación, ya revisado el concepto jurídico del medio ambiente, en este apartado daremos un paso más y exploraremos tres elementos que son fundamentales para ir conformando la base conceptual de la cual el derecho internacional de medio ambiente se sustenta al momento de elaborar instrumentos como acuerdos o tratados internacionales multilaterales. Para este efecto analizaremos primeramente el concepto de “patrimonio común de la humanidad” y la atmósfera entendida como tal; continuaremos revisando el régimen jurídico general de la atmósfera y el espacio y, por último, de manera más específica, la contaminación atmosférica y su regulación

jurídica.

2.1. La atmósfera entendida como “patrimonio común de la humanidad”

“*Common heritage of mankind*” o “patrimonio común de la humanidad” es un concepto que comienza a utilizarse a fines de la década de 1970. Si revisamos su historia, fue el embajador de Malta en Naciones Unidas Arvid Pardo²⁸³, quien durante la década de 1970 en diferentes foros planteó la necesidad de reglas internacionales para garantizar la paz en el Mar, para prevenir la contaminación y para proteger los recursos oceánicos. Con fecha 1 de noviembre de 1967 realizó un discurso ante la Asamblea General de Naciones Unidas, recordado particularmente por la convicción y vehemencia en la exposición de sus ideas. En esta ocasión propuso que los fondos marinos formaran parte del "patrimonio común de la humanidad", concepto que aparece por primera vez de manera explícita en un documento internacional²⁸⁴ en el

²⁸³ Existe numerosa bibliografía al respecto, para mayor profundización del propio Pardo, PARDO, A. (1993), “The Origins of the 1967 Malta initiative”, 9 *International Insights* (Fall), N° 2, 65-69; (1975), *The Common Heritage; Selected Papers on Oceans and World Order, 1967-1974*. Valletta, Malta: Valletta: University Press, 176. La misión permanente de Malta en NU propuso la elaboración de unos principios jurídicos que regularan el régimen de los fondos marinos, la “Declaración y tratado sobre la reserva exclusiva para fines pacíficos del lecho del mar y del fondo del océano, bajo aguas no comprendidas en los límites de la jurisdicción nacional actual, y sobre el empleo de sus recursos en beneficio de la humanidad” el 1 de noviembre de 1967 (DOAG, XXII período de sesiones, Anexos, tema 92 del programa, documento A/6695). El memorando adjunto señalaba que los fondos marinos y océanos debían ser declarados “patrimonio común de la humanidad”, y que a través de un tratado internacional fuesen reservados para usos pacíficos, y usados y explotados en interés de la humanidad. Esta propuesta inicialmente no contaba con una definición clara y precisa sobre el concepto, razón por la cual Pardo explicó el concepto con posterioridad. Si bien es comúnmente citado su discurso realizado en la Primera Comisión del 1 de noviembre de 1967, es en una declaración hecha el 29 de octubre de 1968, donde por primera vez Pardo se refiere al “patrimonio común de la humanidad” como “un nuevo principio jurídico que deseamos introducir en el Derecho internacional” (DOAG, XXII período de sesiones, Primera Comisión, 1515ª sesión). En 1967 por medio la de Res. 1340 (XXII) de la Asamblea General de Naciones Unidas crea la Comisión especial de Fondos Marinos, alterada en denominación y composición mediante Res. 2467 (XXII) de la Asamblea General de Naciones Unidas, convirtiéndose en la Comisión sobre la utilización con fines pacíficos de los fondos marinos y océanos más allá de los límites de la jurisdicción nacional. Los trabajos realizados por esta Comisión dieron fruto dos años después en la Res. 2749 (XXV) de la Asamblea General, de fecha 17 de diciembre de 1970. Y que señala expresamente que “Los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo fuera de los límites de la jurisdicción nacional (que en adelante se denominarán la zona), así como los recursos de la zona, son “patrimonio común de la humanidad””.

²⁸⁴ Si bien Pardo introduce el concepto de manera oficial, se pueden encontrar otros antecedentes previos. Para mayor profundización del concepto y de su utilización previa, puede consultar entre la doctrina SALAMANCA AGUADO, E. (2003), *La Zona Internacional de los Fondos Marinos. Patrimonio común de la humanidad*. Madrid: Dykinson, S.L., pp. 280-327. BLANC ALTEMIR, A. (1992). *El “patrimonio común de la humanidad”: hacia un régimen jurídico internacional para su gestión*. Barcelona: Bosch, DL., pp. 21-30. KISS, A.CH. (1985b), “The Common Heritage of Mankind: Utopia or Reality?”. *International Journal*, vol. 40, pp. 423-441

Art. 136 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del Mar (UNCLOS)²⁸⁵. Cabe destacar que, no de manera explícita, aparece en el preámbulo del Tratado antártico²⁸⁶ de Washington de fecha 1 de diciembre de 1959, en donde se proclama “... Reconociendo que es de interés de toda la humanidad que la Antártida continúe utilizándose siempre exclusivamente para fines pacíficos y que no llegue a ser escenario u objeto de discordia internacional ...”²⁸⁷.

La Declaración de principios dentro de la Res. 2749 (XXV) suscitó diversas apreciaciones dentro de la doctrina respecto de la consideración jurídica de la noción de patrimonio común de la humanidad, durante la década de 1970 y parte de la década de 1980²⁸⁸. Al respecto PAOLILLO²⁸⁹ puntualiza la controversia en el valor jurídico de las resoluciones de la Asamblea General, y las consideraciones favorables y desfavorables al respecto. En este sentido los que se adscriben a la negación del carácter jurídico del concepto que incorpora la Declaración, sustentan su alegación en la naturaleza no vinculante de las resoluciones de la Asamblea General, como también de que el propósito de los que presentaron el proyecto era alcanzar un mecanismo de transacción y no el establecimiento de un régimen jurídico vinculante aplicable a la zona y los recursos que se encuentran en ella.

Respecto de aquéllos que si defienden el carácter jurídico, estos sustentan su tesis en el apoyo que obtiene la Res. 2749 (XXV) - con amplia mayoría y sin votos en contra -, lo que avala la posición internacional en este sentido. A juicio de CARRILLO SALCEDO²⁹⁰ esta resolución se enmarca dentro de los ejemplos donde una resolución de la Asamblea General contribuye a la cristalización de una práctica generalmente aceptada como derecho, de una costumbre que se encontraba en proceso de

²⁸⁵ Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Hecho en Montego Bay el 10 de diciembre de 1982 (BOE núm. 39, de 14.02.1997)

²⁸⁶ Tratado antártico, de 1 de diciembre de 1959 (Instrumento de adhesión de 18 de marzo de 1982, BOE núm. 152, de 26 de junio de 1982), entró en vigor el 23 de junio de 1961.

²⁸⁷ Aunque si bien, los once firmantes originales de este tratado, no renuncian a sus derechos a reclamar la soberanía de las áreas que consideran parte de sus territorios.

²⁸⁸ Podemos clasificar la doctrina en tres grupos: los que si le atribuyen un contenido jurídico al concepto, como A. Kiss, R.M. Malkassian, F. Paolillo, S. Sucharitkul, M.V. White; los que consideran que carece de tal contenido, y es simplemente un principio político, filosófico o moral, como S. Gorove, T.G. Kronmiller, y por último, los que adoptan una posición intermedia, por ejemplo, A. Gattini.

²⁸⁹ Vid. BLANC ALTEMIR, A. (1992), p. 28. El autor cita a PAOLILLO, F. (1984), “Naturaleza jurídica del principio de patrimonio común de la humanidad”. *Anuario del Instituto Hispano-Luso-Americano de Derecho Internacional*, 7, p- 359.

²⁹⁰ Vid. CARRILLO SALCEDO, J.A. (1999a), *Curso de Derecho Internacional Público*. (4ª reimpresión). Madrid: Tecnos, pp. 130-131.

formación. BLANC ALTEMIR²⁹¹, por su parte, considera que autores como CARRILLO SALCEDO asumieron esta postura basándose en una presunta imprecisión o ambigüedad del concepto, negando así su valor jurídico y solo reduciéndolo a principio moral, filosófico o político.

Por otra parte este concepto de “patrimonio común de la humanidad” exhibe una tesis antagónica con respecto al orden internacional fijado por la Paz de *Westfalia*, el cual estaba básicamente centrado en el reparto del espacio físico existente entre espacios de soberanía territorial exclusiva de los Estados. Este evidente cambio de perspectiva se encuentra ligado a la imposibilidad de apropiarse de ciertos espacios, al desarrollo de la ciencia y tecnología, y a la formulación de ciertos intereses comunes “de la humanidad”, como la protección del medio ambiente humano y el equilibrio ecológico, lo cual queda de manifiesto en la Declaración sobre medio ambiente humano, de Estocolmo 1972;

“... la protección y el mejoramiento del medio humano es una cuestión fundamental que afecta al bienestar de los pueblos y el desarrollo económico del mundo entero, un deseo urgente de los pueblos de todo el mundo y un deber de todos los gobiernos, por lo que la defensa y el mejoramiento del medio humano para las generaciones presentes y futuras se ha convertido en meta imperiosa de la Humanidad”.

Por su parte RAMAKRISHNA²⁹² presenta algunas características que considera básicas para entender el concepto de “*common heritage of mankind*” sobre alguna área determinada: 1. son áreas que no se encuentran sujetas a apropiación o soberanía nacional; 2. todos los países pueden participar en su gestión; 3. los beneficios obtenidos de sus recursos deben ser repartidos y distribuidos para beneficio de la humanidad; y 4. La utilización de estas áreas deben ser únicamente para fines pacíficos.

Dentro del planteamiento clásico del derecho internacional público figuraba la distribución de competencias entre los Estados relativa a los espacios. A medida que evoluciona se produce también un cambio en los límites y marcos aceptables entre los mismos. Conceptos como el uso de la fuerza y el expansionismo

²⁹¹ Vid. BLANC ALTEMIR, A. (1992), p. 32.

²⁹² Vid. RAMAKRISHNA, K. (1990), “North-South Issues, Common Heritage of Mankind and Global Climate Change”. *Millennium - Journal of International Studies*, 19: 429-445, p. 436, citando a LARSCHAN, B.; BRENNAN, B. (1983), “The Common Heritage of Mankind Principle” in *International Law*. 21 *Columbia Journal of Transnational Law*, p. 305.

por medio de la conquista de territorios, son mecanismos vetados por el derecho internacional. En este marco, y considerando los pocos territorios libres de soberanía estatal o fuera de jurisdicción nacional encontramos a los fondos marinos y oceánicos; la Luna y otros cuerpos celestes; la órbita geoestacionaria; como insusceptibles de apropiación jurisdiccional por algún Estado. El deber de cuidado y protección de estos espacios no se circunscribe a un Estado. La preocupación por la preservación y no deterioro de estos espacios debe involucrar a la sociedad mundial, constituyéndose así en espacios de interés público, en definitiva en espacios que son “patrimonio común de la humanidad”.²⁹³

Por su parte, JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA²⁹⁴ asume que el derecho ambiental internacional presenta dos vías o tendencias al respecto: «la protección del patrimonio común ecológico de la humanidad, y una equidad intergeneracional», haciendo la salvedad de la constante evolución que esta área de derecho presenta y de las innumerables consecuencias que surgen de las características de las normas elaboradas.

Al respecto PAOLILLO²⁹⁵ se suma a esta apreciación apuntando que el derecho internacional

«[...] busca no solamente satisfacer los intereses individuales de los Estados en sus relaciones recíprocas, sino también –y sobre todo- el interés común de la comunidad internacional en proteger y conservar el entorno en el que la comunidad habita. Por eso las reglas de derecho ambiental no reflejan necesariamente, como lo hacen en otros sectores del derecho internacional, la reciprocidad, el equilibrio entre las obligaciones y los derechos de los Estados, sino que persiguen la realización de un fin compartido por todos».

Será en la Convención de Naciones Unidas sobre el derecho del Mar de 1982²⁹⁶ donde se establece un área fuera de la jurisdicción nacional (Art. 1.1.) con

²⁹³ Vid. FERNÁNDEZ TOMÁS, A., SÁNCHEZ LEGIDO, A.; ORTEGA TEROL, J.M. (2004). *Manual de Derecho Internacional Público*. Valencia: Tirant Lo Blanch, pp. 85-86. Nótese como acotan los autores que el régimen jurídico de estos espacios no es similar al de Alta Mar, el cual se basa en libertades de uso.

²⁹⁴ Vid. JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA, P. (2001). *El Principio de prevención en el Derecho internacional del medio ambiente*. Madrid: La Ley, p. 18.

²⁹⁵ Vid. PAOLILLO, F.H. (1998), “Fuentes y evolución del Derecho internacional del medio ambiente”. *Cursos Euromediterráneos de Bancaja de Derecho Internacional*, Vol.II, Editorial Aranzadi, pp. 349-428, p. 363.

²⁹⁶ Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Hecho en Montego Bay el 10 de diciembre de 1982 (BOE núm. 39, de 14 de febrero de 1997). Convención producto de negociaciones iniciadas en la Tercera Conferencia sobre el Derecho del Mar en 1973 que se abrió a la firma en 1982 en Montego Bay, Jamaica. Y que entró en vigor el 16 de noviembre de 1994. Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), *Curso de Derecho internacional público*. (4ª

especiales características la llamada “Zona”, circunscribiéndola a “los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo fuera de los límites de la jurisdicción nacional”²⁹⁷,

edición revisada), Madrid: Ed. Civitas, pp. 668-670. Como recuerdan los autores, el arribo a este acuerdo pasó por varias etapas, que las resumen en tres, y que tiene su inicio ya en el siglo XV, donde hasta el S. XVII, por la expansión que se realiza en Europa por medio de la vía marítima, y los propósitos y fines que presentan (abastecimiento de las colonias y comercio, fundamentalmente), los Estados europeos que se encuentran en esta situación, plantean la libertad de navegación y comercio, tesis que justificaban teóricos de la talla de Vasquez de Menchada y Hugo de Gregorio, y que sustentaban bajo el soporte del Derecho romano y el principio *res communis omnium*. Una segunda etapa se desarrolla entre los siglos XVIII y XIX, consolidadas y potenciadas las categorías previas, surgen nuevas como la importancia del poder naval en la diplomacia, y aumenta la relevancia de la caza y pesca en los mares. La necesidad de tener dominio sobre las áreas donde se extraen los recursos naturales se hace cada vez más necesaria. Gran Bretaña, por ejemplo, promueve la imposición de una franja uniforme para todos los Estados de su mar territorial tres millas. Todas estas situaciones hacen necesaria la codificación y el desarrollo de normas que ordenen estos nuevos espacios donde Europa ya no es la única en utilizar. Esta tercera etapa, entre 1900 y 1970, se caracteriza por la creación de numerosas normas al respecto. En 1930 la Sociedad de Naciones convoca a una Conferencia de codificación, cuyos resultados son escasos ya que no concluye con un texto oficial por la falta de acuerdo en el mecanismo de establecimiento de la franja de mar territorial y su zona contigua. Naciones Unidas continúa en la labor y encomienda a la Comisión de Derecho Internacional la elaboración de un proyecto de artículos los que constituirán la base para las deliberaciones en 1958 de la I Conferencia de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar, la que adoptará cuatro convenios básicos: el Convenio sobre mar territorial y zona contigua, el Convenio sobre alta mar, el Convenio sobre pesca y conservación de los recursos vivos de alta mar, y el Convenio sobre Plataforma Continental (BOE núm. 309, de 29 de diciembre de 1971). Al no solucionarse varias cuestiones claves, como la franja de mar territorial o el establecimiento de zonas exclusivas de pesca Naciones Unidas convoca a la II Conferencia sobre Derecho del Mar, a celebrarse en Ginebra en 1960, donde tampoco se logra acuerdo en estos puntos. En vista de esta condición de vacío normativo que comienza dar lugar a medidas unilaterales tomadas por algunos Estados, se asume como imprescindible celebrar la III Conferencia sobre Derechos del Mar, cuya convocatoria se decide en 1970 mediante la Res 2750 (XXV) de la Asamblea General de Naciones Unidas, siendo inaugurada esta III Conferencia en 1973 finalizando, luego de once sesiones, con la adopción de un documento final en 1982, que entra en vigor finalmente el 16 de noviembre de 1994.

Cabe destacar que el Art. 308 de la Convención estipulaba que entraría en vigor doce meses después del depósito de sexagésimo instrumento de ratificación o adhesión, pero el bloqueo realizado por algunos países industrializados y EEUU, por desacuerdo con el régimen establecido para la zona internacional de los fondos marinos hizo imposible el cumplimiento de este artículo. El Secretario General de Naciones Unidas de ese entonces, el peruano Javier Pérez de Cuellar, da inicio en 1990 a las negociaciones a fin de modificar las cuestiones en conflicto, a raíz de esta gestión la Asamblea General aprobó por medio de la Res. 48/263, el Acuerdo relativo a la aplicación de la Parte XI de la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982.

²⁹⁷ La redacción inicial del texto de la CNUDM de 1982 fue rechazada por países desarrollados fundamentalmente en lo que correspondía a la explotación minera de los fondos oceánicos, Parte XI de la Convención; pues no aceptaban los procedimientos de producción, las condiciones de los contratos y la transmisión obligatoria de tecnología. Por esta razón se adopta en 1994 el "Acuerdo relativo a la aplicación de la Parte XI de la Convención", el cual elimina la obligación de la transmisión de tecnología y establece disposiciones generales sobre la explotación; asimismo dispone que un organismo independiente como la recién creada “Autoridad de los Fondos Marinos” sea la encargada de determinar la índole de las normas para autorizar las operaciones mineras en los fondos marinos. Cabe destacar que la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos es una organización internacional autónoma establecida en virtud de la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982 (BOE núm. 39, de 14 de febrero de 1997) y del Acuerdo de 1994 relativo a la aplicación de la Parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

considerándolos posteriormente en su Art. 136 como “patrimonio común de la humanidad”.

Con esta consideración se acaba con la tradición respecto de la dualidad libertad de uso-presencia del Estado en el mar. El importante consenso alcanzado finalmente al catalogar la zona, y sus recursos como “patrimonio común de la humanidad” prestando especial consideración a los países en desarrollo²⁹⁸, se vio plasmado en la Declaración de principios y posteriormente en la Convención donde en el párrafo 1 del Art. 140 reconoce que

“Las actividades en la Zona se realizarán en beneficio de toda la humanidad, independientemente de la ubicación geográfica de los Estados, ya sean ribereños o sin litoral, y prestando consideración especial a los intereses y necesidades de los Estados en desarrollo y de los pueblos que no hayan logrado la plena independiente u otro régimen de autonomía”.

²⁹⁸ Vid. SALAMANCA AGUADO, E. (2003), pp. 285-291. La propuesta maltesa respecto del concepto de “patrimonio común de la humanidad” fue ampliamente debatida en la Asamblea General de Naciones Unidas y en la creada Comisión de Fondos Marinos, provocando distintas interpretaciones al respecto. De estas se pueden distinguir: una «comunitaria» defendida por los países en desarrollo, y una «liberal» defendida por países industrializados occidentales e inicialmente por los Estados socialistas. En la primera interpretación existen tres elementos interrelacionados propiedad común, administración conjunta y distribución equitativa; siendo la segunda más restrictiva la que interpreta el concepto como la no apropiación nacional exclusión de soberanía y con libre acceso sin discriminación. Como destaca la autora, de algún modo se asigna una nueva interpretación al concepto *res communis*. Para la interpretación «comunitaria», el concepto de “patrimonio común de la humanidad” establece una propiedad colectiva que pertenece a toda la humanidad con soberanía conjunta de toda la humanidad, distinguiéndose de la *res communis* en que nadie puede tomar una parte de la zona sin el consentimiento del resto. Como enfatiza la autora, los Estados en desarrollo rechazaron conceptos tradicionales como *res nullius* y *res communis* y al usar un nuevo concepto vislumbraron la oportunidad de lograr el objetivo de la justicia social internacional. Una «propiedad común» y una «administración conjunta» implicaran una «distribución equitativa de los beneficios» obtenidos de la exploración y explotación de la Zona. En lo relativo a la interpretación «liberal», existían dos grupos de países, los Estados occidentales que calificaban al concepto como falta de contenido jurídico, señalando incluso algunas alegaciones que constituía un neologismo. Se argumentaba que como consecuencia de las complicaciones que podrían aparecer al momento de formular las normas jurídicas, sería conveniente el uso de otros términos como «el beneficio de la humanidad» o el «interés común de la humanidad», pues todas las expresiones constituían la misma idea. Para estos países, había que diferenciar entre la no apropiación de los fondos oceánicos y la explotación o uso de los recursos. Asimismo rechazaban igualar los términos «*heritage*» y «*property*» y estaban en contra en declarar a los recursos de los fondos marinos como pertenecientes a la comunidad mundial. En que respecta a los proyectos y anteproyectos de estos países, existían diferencias, por ejemplo el proyecto de EEUU (doc. A/AC. 138/25, 3 de agosto de 1970 (Art. 1)), y anteproyecto de Italia (doc. A/AC. 138/SC.I/L.26, de 14 de agosto de 1973 (Art. 1-2)) consideraban «patrimonio común» a la zona, sin aludir a los recursos, el único documento de trabajo que incluía a los recursos era el de Canadá; todos los restantes, no hacían mención al principio. Por otra parte, los Estados socialistas, rechazaron el concepto *a priori*, por considerarlo desde el punto de vista jurídico: falta de claridad y precisión. Para estos «los fondos marinos se encuentran para la utilización común de todos los Estados y no están sujetos a la propiedad por diferentes Estados, personas físicas o jurídicas» (URSS (1798ª sesión), XXV período de sesiones).

Como destaca SALAMANCA AGUADO²⁹⁹, esta distinción que de la Zona y sus recursos se realiza, lo diferencia del medio ambiente como “preocupación o interés común de la humanidad”³⁰⁰, del “interés de la humanidad” por la Antártida³⁰¹.

Esta Convención reviste gran importancia si recordamos que con motivo del vigésimo aniversario de la Convención de Naciones Unidas sobre el derecho del Mar, en el documento *Ocean: The Source of Life*³⁰², se informaba que las reservas del fondo de mar se acercaban el trillón de USD por año; que el 90% del transporte de mercancías entre los Estados se realizaba por mar; que la producción de hidrocarburos costa afuera era de 18.600 millones de barriles por día (alrededor del 30% de la producción total), etc. sin olvidar que el 72% de la superficie del Planeta la constituyen los océanos.

Más allá de todas las consideraciones es incuestionable que la comunidad internacional ha conferido al principio de “patrimonio común de la humanidad” y a su aplicación en la Zona, una dimensión institucional³⁰³. Como afirman GONZÁLEZ CAMPOS, SÁNCHEZ RODRÍGUEZ y ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA³⁰⁴, una «internalización activa de ese espacio»; o una «internalización positiva» como la califica DUPUY³⁰⁵.

Por otra parte, si revisamos la doctrina internacionalista respecto de la filosofía jurídica que sustenta el concepto de “patrimonio común de la humanidad” aplicado a la Zona, tenemos que recurrir al profesor DUPUY, quien al asociar el concepto de humanidad con la totalidad de los seres humanos sostiene que «*the philosophy underlying the concept in fact not only a harmonizing one but also a forward-*

²⁹⁹ Vid. SALAMANCA AGUADO, E. (2003), pp. 319-320.

³⁰⁰ El primer párrafo del Preámbulo de la Convención Marco de UN sobre el Cambio Climático, de 9 de mayo de 1992, señala “que los cambios del clima de la Tierra y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad”. Por su parte el Convenio sobre Diversidad Biológica, de 5 de junio de 1992, expresa que “la conservación de la diversidad biológica es de interés común de toda la humanidad”.

³⁰¹ En el Preámbulo del Tratado sobre la Antártida, Washington de 1 de diciembre de 1959, se expresa “es de interés de toda la humanidad que la Antártida continúe utilizándose siempre exclusivamente para fines pacíficos y que no llegue a ser escenario u objeto de discordia internacional”.

³⁰² Vid. *Ocean: The Source of Life*, United Nations Conventions on the Law of the Sea: 20th Anniversary(1982-2002),(20.08.2004), pp.6-13. Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 12.11.2009, (www.un.org/Depts/los/convention_agreements/convention_20years/oceanssourceoflife.pdf)

³⁰³ Vid. SALAMANCA AGUADO, E. (2003), p. 319.

³⁰⁴ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), p. 659.

³⁰⁵ Vid. DUPUY, P.M. (1998), *Droit international public*. 4e éd., Paris: Dalloz, p. 520.

looking and strategist one». ³⁰⁶ Asignándole un doble significado interespatial e intertemporal:

«It is interspatial and includes all persons living at a given time, irrespective of where they are established; it is intertemporal in scope, since mankind consists only of the people living today but also of those who will come later. Mankind is envisaged as going beyond those now alive»

Por su parte PASTOR RIDRUEJO ³⁰⁷ en el mismo contexto y asumiendo el valor socializador del concepto le asigna dos efectos: por una parte, un efecto interestatal preocupado del desarrollo de los pueblos y Estados más desfavorecidos, y por otro lado, una intertemporal, tendiente a la protección tanto a las generaciones presentes como las que vendrán. En definitiva, predomina una idea de solidaridad entre los Estados.

La calificación de “patrimonio común de la humanidad” que se asigna a los fondos marinos y oceánicos ubicados bajo alta mar, puede extenderse al espacio ultraterrestre y cuerpos celestes aunque como destacan FERNÁNDEZ TOMÁS, SÁNCHEZ LEGIDO y ORTEGA TEROL ³⁰⁸ existe parte de la doctrina que no comparte esta opinión; considerando que existe diferencia en la terminología utilizada “*the province of mankind*” para referirse al espacio ultraterrestre y cuerpos celestes y “*the common heritage of mankind*” para fondos marinos y oceánicos que se encuentran más allá de la jurisdicción de los Estados. Esta doctrina, sostiene que para el caso del espacio exterior y cuerpos celestes su régimen jurídico puede estimar extensible a las libertades existentes en el régimen de alta mar, por ejemplo, las de uso con el propósito de obtener un beneficio económico que no necesariamente sería extensible a la totalidad. Evidentemente y como apuntan los autores, esta visión puede sustentar jurídicamente acciones que vayan en esta dirección siendo bastante apreciada por aquellos Estados capaces de realizarlas.

³⁰⁶ Vid. DUPUY, R.J.; VIGNES, D. (Ed.) (1991), *The Area as the Common Heritage of Mankind. A handbook on the new law of the sea*, Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht/Boston/Lancaster, pp. 579-586.

³⁰⁷ Vid. PASTOR RIDRUEJO J.A. (2010), *Curso de Derecho Internacional Público y Organizaciones Internacionales*. (14ª edición), Madrid: Tecnos, pp. 18.

³⁰⁸ Vid. FERNÁNDEZ TOMÁS, A., SÁNCHEZ LEGIDO, A.; ORTEGA TEROL, J.M. (2004), pp. 86-87. Dentro de esta corriente doctrinal se encuentra FAWCETT, J. (1984), *Outer Space. New Challenger to law and policy*. Oxford: Ed. Clarendon Press, pp.3-7.

Por otra parte, a juicio de GONZÁLEZ CAMPOS, SÁNCHEZ RODRÍGUEZ y ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA³⁰⁹ la inclusión del concepto de “patrimonio común de la humanidad” en el Art. 1 del Tratado sobre los principios que han de regir las actividades de los Estados en la explotación y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, de 1967, que declara que su explotación y utilización, deberán hacerse en provecho y en interés de todos los países, sin importar el grado de desarrollo científico o económico, y pertenecen a toda la humanidad, proceden de una “internacionalización puramente pasiva”³¹⁰ en beneficio de la humanidad, pues con esta cláusula se procura básicamente, detener las posibles reivindicaciones de soberanía, no entregando mecanismos institucionales idóneos para que la humanidad se beneficie de estos espacios. A diferencia de la zona internacional de fondos marinos y oceánicos, que si implica una “internacionalización activa”³¹¹ de este espacios, fundamentalmente por la creación de la Autoridad internacional de los Fondos Marinos.³¹²

Dentro del ámbito estrictamente atmosférico o espacial, existen dos marcos normativos que rigen tanto al espacio aéreo como al espacio exterior, y que respecto de los cuales se aplican conceptos tan opuestos como soberanía y principio de libertad.

Como apunta VOGLER³¹³ la atmósfera no ha sido directamente considerada dentro de la noción de “*common heritage of mankind*” como los espacios antes descritos, pues parte de ella se considera comprendida dentro del espacio aéreo nacional. El autor destaca la base del argumento, citando a RAMAKRISHNA³¹⁴ quien apunta a la problemática que puede ocasionarse al aplicar el principio de “*common heritage of mankind*” a la atmósfera por sus peculiaridades, y el antagonismo que se

³⁰⁹ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), pp. 736-737.

³¹⁰ La comillas pertenecen a los autores.

³¹¹ La comillas pertenecen a los autores.

³¹² Conducto mediante el cual los Estados Partes organizarán y controlarán las actividades en la zona, con miras a la administración de los recursos que se encuentran en esta zona (Art. 157.1 de la Convención de 1982).

³¹³ Vid. VOGLER J. (2000), *The Global Commons, Environmental and Technological Governance*. (Second Edition), England: Wiley, p.122.

³¹⁴ Vid. RAMAKRISHNA, K. (1990), p. 441.

presenta entre “soberanía” y necesaria “no apropiación”, particularidad clave dentro de este principio.

A juicio de autores como SOROOS³¹⁵, las particularidades que se encuentran en la atmósfera la convierten en un espacio que presenta evidentes condiciones para ser considerada como “*the global commons*”, “*common property resource*” en nuestra lengua “recurso de propiedad común”. Su consideración la sustenta citando tres características que describe Oakerson; primeramente el *joint use* o utilización conjunta o simultánea que de ésta se realiza por millones de individuos alrededor del mundo con distintos fines propósitos o maneras, las cuales pueden variar desde el respirar hasta contaminar; como segundo atributo, provocado por el constante movimiento y circulación de sus gases que origina la imposibilidad de dividirla, acotarla o seccionarla; y por último, al encontrarse rodeando toda la superficie de la tierra, es de fácil acceso para los contaminantes.

Cabe notar cierto vacío jurídico originado por la imposibilidad por parte del derecho positivo de lograr una declaración expresa sobre la determinación precisa de la frontera existente entre el espacio aéreo y el espacio exterior. En esta línea KISS³¹⁶ destaca la importante presencia de los intereses que entran en conflicto tanto en el régimen de los espacios nacionales como el de los internacionales, al momento de intentar realizar una delimitación precisa. Claro está que siendo justos con la historia, y con la evidencia que entregan los acuerdos internacionales y políticas nacionales, existe un cambio de apreciación e interés por revertir las condiciones de deterioro y daño.

Por otra parte, cabe detenernos en la reflexión que realiza SOROOS³¹⁷ sobre algunos rasgos de la atmósfera y la evidente necesidad que tratar su problemática ambiental desde una perspectiva internacional y global. La atmósfera³¹⁸ es un espacio

³¹⁵ Vid. SOROOS, M. S. (1991), “The Evolution of Global regulation of Atmospheric Pollution”. *Policy Studies Journal*, Vol. 10 nº 2, Spring 1991 (115-125). El autor cita OAKERSON, R. (1986), “A model for the analysis of common property problems”, In *National Research Council* (Ed.), *Proceeding of the Conference on Common Property Resource management*. Washintong, D. C.: National Academy Press.

³¹⁶ Vid. KISS, A. (2003), “Economic Globalization and the Common Concern of Humanity”, p. 4 en KISS, A. CH., SHELTON, D.; ISHIBASHI, K. (Ed.) (2003), *Economic Globalization and Compliance with International Environmental Agreements*. The Hague: Kluwer Law International.

³¹⁷ Vid. SOROOS, M.S. (1991), pp. 115-125.

³¹⁸ La controversia sobre el régimen legal respecto de los límites de soberanía estatal y espacio persisten, existiendo dos corrientes; situación que ha provocado que desde fines de la década de los años sesenta, 1967 la cuestión sobre la demarcación entre la atmósfera y el espacio exterior ha estado

tridimensional por el cual circula aire (un gas), aire que respiramos, y que entre otras cosas es el reservorio para elevadas concentraciones de contaminantes emitidos. Si bien, la soberanía de los Estados sobre el espacio subyacente que comprende “un espacio o área” determinada, cabe considerar que tanto el aire como sus contaminantes transitan de modo desordenado siendo imposible encauzar u ordenar este continuo transporte, acción que si podemos realizar con las aguas que transitan por los ríos o canales entre distintos Estados.

Asimismo, más allá de los derechos o deberes soberanos de los Estados, la herencia común de la humanidad, o los bienes o el interés común, existen distintos enfoques frente a la preservación del medio ambiente internacional, sectorial o global, sin perder de vista la interdependencia ineludible que existe dentro de los diversos ecosistemas presentes en nuestro hábitat mundial y espacial. En este sentido, si revisamos el desarrollo de la normativa internacional ambiental podemos constatar que todas las perspectivas para abordar las cuestiones del deterioro ambiental se han ido desarrollando dependiendo de diversos factores y distintas consideraciones. Una a tener en especial consideración tiene relación con las distintas zonas que comprenden nuestro entorno y si están sometidas o no a soberanía estatal o son patrimonio de la humanidad, consideraciones cruciales al momento de elaborar un régimen jurídico de prevención, protección o reparación.

Si nos remitimos al régimen jurídico de la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, esta se asume desde una perspectiva internacional y sectorial que se enmarca bajo los principios de vecindad entre los Estados manteniendo las limitaciones jurídicas que presenta la soberanía de los Estados respecto de su territorio y espacio aéreo subyacente: ningún Estado tiene derecho de utilizar ni dejar utilizar su territorio de manera que pueda causar daño a otro Estado. Este enfoque interestatal y sectorial, continua aplicándose en las circunstancias en donde se asume que su utilización es la más conveniente. Pero se ha dado paso a una visión más general cuando se ha evidenciado la necesidad de abordar la problemática

presente en la agenda de COPUOS (*Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*). Por una parte encontramos una escuela formada por Estados y científicos que consideran necesaria la demarcación de esta frontera y la sitúan a unos cien kilómetros sobre el nivel del mar, distancia mínima de orbita artificial de satélites. La segunda escuela, formada principalmente por países desarrollados capaces de participar en la industria espacial, argumenta que debe aplicarse la normativa existente sobre espacio aéreo y espacio exterior, dependiendo del tipo y naturaleza de la nave.

medioambiental desde una perspectiva global y antropocéntrica, teniendo presente que dentro del bienestar del ser humano actual y futuro es imprescindible la conservación de un medio ambiente sano. Buenos ejemplos son la protección de la capa de ozono o el calentamiento global, dos de los problemas de mayor importancia que afectan al medio atmosférico.

2.2. Régimen jurídico general de la atmósfera y el espacio

Para iniciar nuestro estudio sobre el régimen jurídico general de la atmósfera y del espacio subyacente, así como del espacio ultraterrestre (o espacio exterior), el primer paso fue esclarecer estos conceptos desde el aspecto científico general, conocer sus límites y alcances; y posteriormente, explorar estos conceptos desde el marco jurídico.

En el Capítulo I revisamos con detenimiento la atmósfera desde un punto de vista fisicoquímico, distinguiéndola como una estructura constituida por distintas capas las cuales se forman por condiciones de entorno, siendo determinantes variables como temperatura y presión. Dichas variables condicionan la presencia de distintos componentes con características y en condiciones particulares. Las distintas capas atmosféricas cuentan con particularidades que las diferencian unas de otras, razón por la cual se les puede asignar al menos de manera aproximada una altura dependiendo de la latitud, logrando de este modo dimensionarlas.

Por la importancia que representa la atmósfera para la existencia de vida puede ser catalogada como vital, pues cumple una doble función, ser el medio en donde habita gran parte de los seres vivos y también actúa como protectora de los rayos más nocivos provenientes del Sol.

Si bien la estructura y la proporción de gases que la forman se ha mantenido constante por miles de años, a partir fundamentalmente de la revolución industrial viene experimentando transformaciones y afectaciones, las que están provocando un deterioro que directa y/o indirectamente incide tanto sobre el ser humano como sobre su entorno³¹⁹.

³¹⁹ Si nos centramos en las problemáticas que se presentan en la atmósfera, además de su contaminación debida a la emisión de contaminantes provenientes fundamentalmente de fuentes industriales y transporte en general, existen otras dos de gran importancia que también han dado origen

Las características de este medio hacen imposible su “aislamiento” o “clausura”, lo que da origen a la producción de reacciones entre los contaminantes presentes, como también el transporte o dispersión de los mismos pudiendo llegar a cubrir grandes espacios y distancias. Las emisiones a la atmósfera de gases y partículas contaminantes provenientes fundamentalmente de la quema o incineración de combustibles de tipo fósiles están ocasionando diversos impactos a su estructura físico química, efectos que no solamente se ven reflejados en este medio, sino también en otros tan importantes como el suelo, las plantas, los mares, lagos y ríos; y la flora y fauna que habitan en éstos.

Ahora bien, la falta de definición clara respecto del concepto “atmósfera global” por parte del Derecho internacional dificulta en gran medida la elaboración de normativa y regulación respecto de su protección³²⁰. En este sentido BOYLE³²¹ identifica cinco conceptos que “compiten” o se “superponen” al momento de evaluar ese estatuto legal de la atmósfera, estos cinco conceptos son el espacio aéreo, recursos compartidos, propiedad común, herencia común y preocupación común o interés común (“*common concern or common interest*”).

Ya se ha comentado la falta de existencia de límites claros y definidos sobre una parte importante de la atmósfera, específicamente aquella que se encuentra fuera

a una abundante normativa tanto nacional como internacional, con tratados y/o acuerdos internacionales tendientes a revertir o controlar su tendencia al deterioro, nos referimos a la destrucción de la capa de ozono y al cambio climático o calentamiento global.

³²⁰ Vid. BIRNIE, P.; BOYLE, A.E. (2002), *International Law and Environment*. New York: Oxford University Press, p. 503-504. Los autores destacan algunas consideraciones a tener en cuenta al momento de evaluar la lentitud en la elaboración de políticas y regulaciones respecto a la atmósfera, en las tres problemáticas más concretas que la afectan la contaminación atmosférica, la disminución de la capa de ozono y el cambio climático, con posterioridad a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 16 de junio de 1972. La necesidad de aplicar políticas y/o medidas que afecten a la economía y a la industria, y que en definitiva pudiesen incidir negativamente en el desarrollo de los países hace por una parte, que los acuerdos tarden en concretarse. Asimismo, el convencimiento por parte de los Estados en la necesidad de aplicar el principio de precaución para evitar el riesgo de un daño irreversible, en este caso particular en la Convención de 1985 sobre la capa de ozono y sus protocolos se aprecia un acercamiento importante a este principio; condición que en caso del Protocolo de Kyoto se aprecia bastante débil. Otro aspecto destacable es la gran diferencia que existe entre países desarrollados y los que se encuentran en vía de desarrollo, estas disparidades dificultan enormemente el acuerdo global respecto de medidas efectivas y satisfactorias. Por último, otro factor a considerar ha sido la necesidad de armonizar las medidas frente a las problemáticas atmosféricas con políticas de desarrollo sustentable, reconocido en la Conferencia de Bergen de 1990 sobre desarrollo sustentable (20 *EPL* (1990), 100); la Declaración de la Hogue de 1989 (19 *EPL* (1989), 78; la Agenda 21 de la Conferencia de Río; entre otras, que promueven la utilización de energías eficientes, renovables, tendientes a disminuir las emisiones que dañan la atmósfera.

³²¹ Vid. BOYLE, A. E. (1991), pp. 7-13.

de su parte inferior que se entiende de soberanía de cada país o Estado, y considerando que previo a la aprobación de la Resolución 43/53³²² de la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1988 propuesta por el Gobierno de Malta, el estatus legal de la atmósfera global se encontraba en un estatus indefinido, algo así como en un limbo legal.

Si revisamos algunas descripciones que de la atmósfera se realizaron previo a la Resolución 43/53, encontramos por ejemplo la Convención de Viena de 1985 para la protección de la capa de ozono, donde se la define de modo marcadamente ambiguo y poco claro, pues se describía a la capa de ozono - capa superior que forma parte de la atmósfera - en su Art. 1.1 como “la capa de Ozono atmosférico por encima de la capa límite planetaria”³²³; o la descripción que realiza Naciones Unidas al reconocerla años antes como “un recurso natural de la tierra” o *res communis*, por ser una unidad global biogeofísica³²⁴; o la que se realiza Pardo veinte años antes al considerarla como “herencia de la humanidad” (*common heritage of mankind*).³²⁵

Por su parte, la incorporación del concepto “*common concern of mankind*”, descrito en los términos en que se realiza para el espacio exterior o los regímenes de los fondos marinos, está íntimamente relacionado con sus características propias, asumiendo que son áreas con recursos naturales que se encuentran fuera de la jurisdicción de los Estados. Es pertinente destacar que los países desarrollados rechazaron invocar este concepto en relación con el clima global sobre la base del argumento de que la naturaleza de la atmósfera hace la diferencia, no siendo apropiado otorgarle el mismo estatuto jurídico al espacio o fondos marinos³²⁶. Cabe

³²² Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas n.º. 43/53, de 6 de diciembre de 1988, 70ª Plenaria, Protección del clima mundial para las generaciones presentes y futuras. Que textualmente señala “los cambios climáticos constituyen una preocupación común de la humanidad, dado que el clima es un elemento esencial de la vida en la Tierra” (parra. 1). Otros ejemplos de la utilización de este concepto en estos términos se aprecia en la Declaración de la Conferencia sobre contaminación y cambio climático de Noordwijk (19 EPL (1989), 220; UNEP/GC 15/36 (1989) y en el preámbulo de la CMNUCC, Nueva York, 9 de mayo de 1992 (31 ILM 849, 1992; BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994).

³²³ “*The layer atmospheric of ozone above planetary boundary layer*”, en su versión inglesa; Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, de 22 de marzo de 1985, (BOE núm. 275, de 16 de noviembre de 1988).

³²⁴ Vid. WHO/UNEP Reunión de expertos 1978-1979 designados por los gobiernos para la revisión de los aspectos legales de la modificación del clima (WHO/UNEP/WG26/5).

³²⁵ Vid. BOVENBERG, J. A. (2006), “Mining the common Heritage of our DNA: lessons learned from Grotius and Pardo”. *Duke Law & Technology Review*, No. 8.

³²⁶ Vid. BIRNIE, P.; BOYLE, A. E. (2002), p. 502-503.

subrayar lo destacado por BIRNIE y BOYLE³²⁷, quienes consideran «que la atmósfera no se puede equiparar con el espacio aéreo que se encuentra por encima de la tierra, esto simplemente es un tema de dimensión territorial de la soberanía subyacente»; pues existe un estado de constante superposición territorial con la atmósfera esto significa que no puede considerarse la común propiedad de los recursos.

Los deseos del ser humano por conquistar el espacio y volar, rinde sus primeros frutos recién a fines del S. XVIII, en 1783 cuando se logran los primeros vuelos en globo. El desarrollo del transporte aéreo fue considerablemente rápido, siendo los pioneros de la aviación los Estados Unidos de Norteamérica en el año 1903, fue en el Estado de Carolina del Norte donde Orville y Wilbur Wright realizaron el primer vuelo en el “*Kitty Hawk*”. Cabe destacar que tanto la Primera como la Segunda Guerra Mundial, fueron escenarios en los cuales la aviación experimentó importantes y sustanciales avances. Etapa en la que los Estados comienzan a plantearse la posibilidad de apropiarse del espacio suprayacente fundando esta necesidad por cuestiones de seguridad.

El desarrollo científico y tecnológico en general, y en particular, el de la industria aeronáutica durante el siglo XX, como apunta KISS³²⁸ ha permitido que el concepto *res communis* se extendiera por áreas que anteriormente eran inaccesibles y que en la actualidad se aprecian y son una realidad al alcance para un espectro mayor de la comunidad internacional. Cabe notar que la atmósfera cercana y el espacio exterior son percibidos como espacios que trascienden las fronteras de los Estados.

A medida que nos alejamos de la superficie terrestre las condiciones de vida y supervivencia para los seres vivos se hace imposible. Situación similar se presenta para los vehículos de transporte aéreo, los cuales de acuerdo a sus características estructurales y mecánicas pueden circular a distintas alturas. En general el transporte aéreo comercial y de larga distancia circula a altitudes que rondan los

³²⁷ Vid. BIRNIE, P.; BOYLE, A. E. (2002), p. 502-503. Esta consideración surge de la propuesta realizada por Malta para que fuese considerada *common heritage of mankind*. Esta propuesta no fue aceptada y fue rebajada a "interés común de la humanidad" que como destacan los autores "El concepto de interés común es moralmente más débil que la del *common heritage of mankind*, porque a pesar de que invoca la "unidad global" y "el interés jurídico común de todos los Estados en la protección de la atmósfera mundial ", no lo hace, de la misma manera que el concepto *common heritage of mankind*, al vincular este interés con la noción de justicia distributiva global.

³²⁸ Vid. KISS, A. (1985b).

10.000 mt - 12.200 mt aproximadamente parámetros que se encuentran dentro de la capa atmosférica denominada troposfera³²⁹.

En lo que respecta a la llamada “era espacial” esta comienza recién en 1957. Será durante el mes de agosto cuando la ya extinta Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas logra poner en órbita el *Sputnik I* dándose inicio a esta “era” oficialmente tres meses después el 4 de octubre del mismo año, con la apertura del Año Geofísico Internacional³³⁰. En vista de las nuevas distancias que los vuelos alcanzan, se plantea la necesidad de definir y delimitar el espacio aéreo subyacente ya regulado, del nuevo espacio exterior o ultraterrestre.

Con el inicio de la era espacial la necesidad de regulación se hacía necesaria, especialistas en el tema como W. Jenks era de la opinión de que «el principio de la libertad del espacio descansa ya ahora sobre una práctica sólidamente establecida y una aceptación mundial»³³¹. En este derrotero, la ONU fue el foro internacional donde se comenzaron a canalizar todas las bases para el ordenamiento internacional del espacio ultraterrestre: importante es la Resolución 1348 (XIII), de 13 de diciembre de 1958, mediante la cual la Asamblea General crea un Comité *ad hoc* que estudiaría la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, sustituida un año después por la Resolución 1472 (XIV) que convirtió el Comité en un órgano permanente³³².

³²⁹ En general la altura de vuelo está determinada fundamentalmente por las características de la aeronave, por la duración de su línea de crucero, viento en altura y del tipo de motor del avión. Los equipados con turbofanos, aeronaves que son mayoría en la actualidad; vuelan para crucero de hasta 1/2 hora, 29.000 pies, de hasta 1 hora, 33.000 pies, hasta 3 horas, 35.000 pies. En el caso de vuelos que superan las 3 horas, los planes de vuelo se programan desde 35.000 hasta 41.000 pies dependiendo del viento a esos niveles. (1 Pie o Ft corresponde a 0.3048 mt.). Ahora bien, dentro de las condiciones de vuelo existen normas internacionales de vuelo y de espacios aéreos. Asimismo cada Estado cuenta con normas que regulan la aeronáutica civil y militar, las cuales deben respetar los marcos normativos internacionales al respecto.

³³⁰ Vid. PASTOR RIDRUEJO, J.A. (2010), p. 415. Este hecho sería el inicio de una vertiginosa carrera por “conquistar” el espacio que continua hasta la actualidad. No podemos perder de vista, los importantes avances científicos, médicos y tecnológicos que se han conseguido en estas cinco décadas.

³³¹ Comité especial sobre la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos; PASTOR RIDRUEJO, J.A. (2010), p. 417, citando a JENKS W. (1958), *The Common Law of Mankind*. Londres: Stevens & Sons, p. 83. Esta visión y principio fue sostenido asimismo en un principio por los países que estaban en condiciones de entrar en esta nueva etapa: Estados Unidos de Norteamérica y la antigua URSS; aunque no tardo en sumarse la comunidad internacional. Esta perspectiva sin lugar a dudas contribuyó a «democratizar, socializar y universalizar el contenido de las normas».

³³² Vid. PASTOR RIDRUEJO, J.A. (2010), pp. 415-417. La ONU insta a los Estados a la utilización pacífica de este espacio internacional, no poniendo en órbita satélites u objetos con armas nucleares o cualquiera

La existencia de dos regímenes jurídicos diferentes, entre otras cosas, induce a que la cuestión de los límites adquiera una gran trascendencia. Al momento de entregar una definición jurídicamente viable a estas demarcaciones se aprecia la relevante diferencia en las normativas, lo que obliga a una definición de extremada claridad sin opción a los equívocos. Es así por ejemplo, que la definición de espacio exterior involucra no solamente la demarcación entre espacio aéreo y espacio exterior, sino la delimitación de los dos componentes de los espacios cósmicos: el espacio exterior y los cuerpos celestes. Ahora bien, cabe destacar que el régimen internacional general de los espacios cósmicos es aplicado para el espacio exterior y para los cuerpos celestes, existiendo algunas normas que solamente se emplean en los espacios cósmicos³³³.

Existen diferencias significativas entre la condición jurídica del espacio aéreo y la del espacio exterior. En el caso del espacio aéreo, los Estados tienen competencia exclusiva y en el segundo no puede haber ejercicio de la soberanía³³⁴ - de la cual Bodino entendía por ella como *summa in cives ac subditos legibusque soluta potestas*³³⁵ esto es el Estado soberano queda sometido al Derecho divino, al Derecho natural y al Derecho de gentes, pero es para sus súbditos la *suprema potestad* - y jurisdicción territorial. Las distintas opiniones sobre el tema son visibles en los ámbitos académicos³³⁶. Aún en la actualidad no existe una definición de espacio ultraterrestre ni de su delimitación precisa con el espacio aéreo nacional³³⁷.

que pudiese causar perjuicios graves y generalizados. El uso debía ser igualitario en términos de exploración y utilización; y conforme al Derecho internacional.

³³³ Vid. 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, de 27 de enero de 1967 (BOE núm. 30, de 4 de febrero de 1969) y Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales, hecho en Londres, Moscú y Washington, de 29 de marzo de 1972. (BOE núm. 106, de 2 de mayo de 1980).

³³⁴ Vid. KISS, A.CH.; SHELTON, D. (2004), *International Environmental Law*. (Third Edition), USA: Transnational Publishers, Inc., pp. 27-37. La soberanía, principio fundamental dentro del Derecho internacional, significa que un Estado tiene exclusiva jurisdicción y administración dentro de su territorio; promulgando leyes y haciéndolas cumplir. Incluyéndose dentro de la soberanía los recursos dentro del territorio. El Principio 21 de la Declaración de Estocolmo y el Principio 2 de la Declaración de Río de Janeiro lo expresan claramente.

³³⁵ Vid. LOPERENA ROTA, D. (1998), p. 34.

³³⁶ Para mayor profundización en el tema consultar, por ejemplo: CHENG, B. (1960). "From Air law to Space Law", Vol. 13 *Current Legal Problems*, 229; y CHENG, B. (1986). "Recent Developments in Air Law", Vol. 9 *Current Legal Problems* 208. HUGHES, W.J. (1980), "Aerial Intrusions By Civil Airliner And The Use of Force", *Journal of Air and Commerce*, 595.

³³⁷ Vid. JUSTE RUIZ, J.; CASTILLO DAUDÍ, M. (2002), *Derecho Internacional Público*. Valencia: Punto y Coma, p. 280.

Sí existe jurisdicción y control tanto sobre el o los objetos como sobre el personal que vaya en él, mientras se encuentre en el espacio ultraterrestre o en la luna o un cuerpo celeste (Art. VIII del Tratado de 1967)³³⁸.

En lo que atañe a los Derechos de soberanía y jurisdicción de los Estados³³⁹, dentro del Convenio de Chicago de 7 de diciembre de 1944 sobre aviación aérea internacional³⁴⁰, se reconoce que cada Estado tendrá soberanía y jurisdicción³⁴¹ “sobre el espacio aéreo correspondiente a su territorio”³⁴² condición que ciertamente presenta cierto grado de controversia por su falta de claridad respecto los límites superiores de dicha área³⁴³.

³³⁸ Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración o utilización del Espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, de 27 de enero de 1967 (BOE núm. 30, de 4 de febrero de 1969). Cabe destacar que en el Acuerdo que debe Regir las Actividades de los Estados en la Luna y Otros Cuerpos Celestes de 1979. Resolución 3235 (XXIX) de la Asamblea General, Anexo. 4; Resolución 2625 (XXV), Anexo. 5 de UN Nueva York, 5 de diciembre de 1979, en su Art. 11. 3. Destaca que “...El emplazamiento de personal, vehículos espaciales, equipo, material, estaciones e instalaciones sobre o bajo la superficie de la Luna, incluidas las estructuras unidas a su superficie o subsuperficie, no creará derechos de propiedad sobre la superficie o subsuperficie de la Luna o parte alguna de ellas...”

³³⁹ Vid. DÍEZ DE VELASCO, M. (2003), *Instituciones de Derecho internacional público*. (14ª Ed.), Madrid: Tecnos, pp. 313-314. Esta Soberanía y Jurisdicción será aplicada por los Estados dentro de un territorio y como define el autor «El territorio estatal comprende no solo el territorio terrestre ... espacios marítimos ... , así como el espacio aéreo suprayacente al territorio terrestre y espacios marítimos referidos»

³⁴⁰ Convenio sobre Aviación Civil Internacional, firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944; (BOE núm. 311, de 29 de diciembre de 1969).

³⁴¹ Vid. PASTOR RIDRUEJO J.A. (2010), pp. 315-338. DÍEZ DE VELASCO, M. (2003), pp. 373-379. ; GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), pp. 581-600. El territorio desde la perspectiva del derecho presenta varias interpretaciones, es así como para Duguit el territorio es «el limite material de la acción efectiva de los gobernantes». Es el espacio geográfico en el cual se despliega la acción soberana; en la misma línea se expresa Cavaré “el soporte material de la autoridad estatal, todo el espacio sometido a esta autoridad”, en este sentido debe tenerse en cuenta que la integridad territorial de los Estados mantiene el Principio estructural de los mismos. Por su parte Kelsen, desde el iuspositivismo dogmático y estatal define al territorio como el ámbito espacial de validez de un solo ordenamiento jurídico estatal.

En definitiva, a nuestro entender este concepto permite conocer hasta donde puede llegar la acción del poder público, siendo necesario tener en cuenta que necesariamente implica la existencia de límites.

³⁴² Art. 1, Convenio sobre Aviación Civil Internacional, firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944; (BOE núm. 311, de 29 de diciembre de 1969).

³⁴³ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), pp. 645-661. DÍEZ DE VELASCO, M. (2003), pp. 373 y ss. DAILLIER, P.; PELET, A. (1999). *Droit International Public*. Paris: LGDJ, pp. 1195-1120. En este sentido, debemos recordar que el Estado ejerce sus competencias sobre un territorio, es decir, sobre un espacio físico o espacial, siendo fundamental acotar y demarcar sus límites. La doctrina debatió por mucho tiempo la naturaleza jurídica del territorio de un Estado, pues no ha resultado sencillo encontrar la explicación jurídica de las relaciones existentes entre Estado y territorio. Tanto la Convención de París de 1919 como la de Chicago de 1944, no han sido capaces de definir ni delimitar claramente al espacio aéreo.

Aunque han pasado más de 60 años desde la celebración del Convenio de Chicago, un problema aún no resuelto es la ubicación del límite entre espacio aéreo y espacio ultraterrestre (*air space and outer space*). Existen muchas explicaciones o razones por las cuales no ha existido la voluntad de delimitar claramente esta zona de gran importancia y de elevado valor estratégico que presenta fundamentalmente una capa atmosférica en la cual se desarrollan innumerables fenómenos naturales; y que es utilizada para distintos tipos de usos científicos, tecnológicos e incluso bélicos; y al respecto se han referido numerosos autores y países; y tal vez la sola relevancia del área, su complejidad de uso y trato entrega en parte la respuesta a este importante vacío normativo³⁴⁴.

Al respecto cabe detenerse brevemente en el concepto de soberanía de los Estados sobre su espacio aéreo, principio que surge a inicios del siglo XX pues no existía ninguna norma consuetudinaria previa por la falta de necesidad de contar con ella. Como detallan GONZÁLEZ CAMPOS, SÁNCHEZ RODRÍGUEZ y ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA³⁴⁵ doctrinalmente se planteaban tres opciones: la primera era aplicar un régimen similar al de Derecho del mar, en donde existiera un espacio libre y un espacio aéreo territorial, la segunda tesis planteaba la limitación soberana de los Estados sobre un espacio hasta “cierta”³⁴⁶ altura, y por último, el tercer argumento planteaba la soberanía a plenitud del Estado sobre el espacio aéreo subyacente a su territorio.

Fueron circunstancias posteriores específicamente la Primera Guerra Mundial donde se aprecia la relevancia de esta área pues se inicia de manera incipiente la navegación aérea y se constata la necesidad de adoptar una postura al respecto, asumiendo la más cercana a la soberanía de los Estados que se sustenta en el principio de Derecho romano *cuius est soli eius est usque ad coelum*, siendo asumida a partir de este momento como regla consuetudinaria llenándose el vacío existente

³⁴⁴ Vid. HARRIS, A.; HARRIS, R. (2006), “The need for air space and outer space demarcation”. *Space Policy* 22, 3-7; WHITE, I.L. (1969), “A New Political Frontier: An Analysis of Legal and Political Problems in Outer Space”. *The Western Political Quarterly*, Vol. 22, No. 1 (Mar., 1969), pp. 163-178. ODUNTAN, G. (2003), “The Never Ending Dispute: Legal Theories on the Spatial Demarcation Boundary Plane between Airspace and Outer Space”. *Hertfordshire Law Journal*, 1(2), 64-84: 1479-4209. Señalan que un modo de asumir la delimitación vertical de soberanía sobre la atmósfera puede ser la teorización de una frontera, la cual con el uso y práctica habitual se podría convertirse en los límites aceptados.

³⁴⁵ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), p. 649.

³⁴⁶ Las comillas no pertenecen al autor original.

hasta ese momento. Con posterioridad en el Convenio Internacional de Navegación Aérea suscrito en París en 1919³⁴⁷ este principio se instala y continuará siendo de este modo hasta la actualidad, no sin que continúen presentándose distintas visiones y planteamientos al respecto. De algún modo es una situación que dice relación con los acelerados avances que la aeronáutica en general ha ido cobrando hasta la actualidad y que a juzgar por los desarrollos científicos y técnicos aún continuará su crecimiento.

Conceptos y principios jurídicos tan capitales como soberanía y principio de libertad, separaran al espacio aéreo del espacio exterior³⁴⁸. Es así como, por seguridad de los Estados se reclama un máximo de extensión de los espacios nacionales, y por seguridad internacional se solicita un mínimo de extensión respecto del espacio internacional, pues la utilización militar de estos crea un cierto equilibrio de poder entre los Estados.³⁴⁹

Con el desarrollo tecnológico y la participación de más países en la industria espacial con vehículos capaces de circular a distintas altitudes, la falta de definición y claridad legal sobre los límites atmosféricos jurisdiccionales, se ha hecho patente. En el marco del Comité de Naciones Unidas sobre uso pacífico del espacio ultraterrestre durante el año 1958, el representante de las URSS concluía que no era posible la identificación científica ni tecnológica clara de este espacio atmosférico; al no existir conflictos al respecto, el criterio de la no urgencia en la delimitación era ampliamente aceptado³⁵⁰. En 1967 el Subcomité Científico y Técnico del Comité de la Naciones Unidas sobre los usos pacíficos del espacio ultraterrestre expresó la imposibilidad científica de lograr una definición precisa y duradera del espacio ultraterrestre³⁵¹. Por su parte el gobierno de los Estados Unidos argumentó en 1987

³⁴⁷ El Convenio de París de 1919, conocido también por su acrónimo (CINA), fue convocado durante el Armisticio de Versalles poco después del término de la 1ra. Guerra Mundial. Convenio de París de 1919 y sustituido por el Convenio, hoy vigente, sobre Aviación Civil Internacional, firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944; (BOE núm. 311, de 29 de diciembre de 1969).

³⁴⁸ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), p. 780-781; FERNÁNDEZ TOMÁS, A., SÁNCHEZ LEGIDO, A.; ORTEGA TEROL, J.M. (2004), pp. 421-423.

³⁴⁹ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), p. 780.

³⁵⁰ Vid. HARRIS, A.; HARRIS, R. (2006), pp. 3-7. WHITE, I.L. (1969). Los autores señalan la publicación de JESSUP; TAUBENFELD (1959), *Controls for outer space and the Antarctic analogy*. New York: Columbia University. Señalan que un modo de asumir la delimitación vertical de soberanía sobre la atmósfera puede ser la teorización de una frontera, la cual con el uso y práctica habitual podría convertirse en los límites aceptados.

³⁵¹ Vid. JUSTE RUIZ, J.; CASTILLO DAUDÍ, M. (2002), p.280.

que no de era de utilidad la demarcación de ésta área, ya que por una parte no era físicamente apreciable y, por otra, la gran mayoría de los Estados no contaba con la tecnología capaz de determinar la altitud a la cual se desplazaban los objetos y determinar la altitud de sus fronteras.

En contraste con la amplia normativa que existe sobre el espacio aéreo, el espacio ultraterrestre no presenta similar situación. En 1967 se firma el Tratado sobre principios de actuación de los Estados en actividades de exploración y uso del espacio extraterrestre, que incluye la Luna y otros cuerpos celestes³⁵². En este tratado se considera a este espacio fuera de la jurisdicción nacional perteneciente de “toda la humanidad”³⁵³. Paradójico es sin embargo que la “humanidad” no sepa cuales son los límites de su “dominio”.

No son pocos los tratadistas que se han pronunciado sobre los Principios del tratado de 1967 y su cabida dentro de las normas imperativas del Derecho internacional (*jus cogens*). Al respecto Carl D. Chistol del *International Institute of Space Law*, realizó una clasificación que permite aclarar su pertenencia de acuerdo a sus consideraciones. Para tal efecto, realiza una diferenciación de estos principios estableciendo cuatro grupos; aquellos principios relacionados con la protección de los individuos, los relacionados con la protección de los intereses de los Estados, los relacionados con los intereses de la comunidad internacional, y por último, aquellos relacionados con la distribución y reparto de los recursos naturales.

Al revisar los principios rectores de la actividad de los Estados en el espacio ultraterrestre incluyendo el régimen jurídico de la Luna y los cuerpos celestes, específicamente en el Tratado de 1967, se aprecia que esta normativa recoge lo expresado inicialmente por la Resolución 1962 (XVIII), y pone de manifiesto las consideraciones que la sociedad mundial ha tenido frente a este tipo de espacios, los cuales van más allá de las fronteras de los Estados y por ende, de la soberanía de los mismos.

³⁵² Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración o utilización del Espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, de 27 de enero de 1967 (BOE núm. 30, de 4 de febrero de 1969).

³⁵³ El Art. 1 del Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración o utilización del Espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, de 27 de enero de 1967 (BOE núm. 30, de 4 de febrero de 1969), habla de “*province of all mankind*”.

Es así como en el Art. I, párrafo I, del Tratado de 1967, señala expresamente que:

“La exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, deberán hacerse en provecho y en interés de todos los países, sea cual fuere su grado de desarrollo económico y científico, e incumben a toda la humanidad.”³⁵⁴

Asimismo se aprecia la inclusión como principio básico y pilar dentro de los Derechos del espacio exterior al concepto de “patrimonio común de la humanidad”, presencia que no es accidental, como lo son otros principios también presentes dentro del documento, como la libertad de explotación y exploración, incluido en el Art. I, párrafo 2; donde se aplica la igualdad jurídica de los Estados frente a estas dos actividades:

“El espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, estará abierto para su exploración y utilización a todos los Estados sin discriminación alguna en condiciones de igualdad y en conformidad con el Derecho internacional, y habrá libertad de acceso a todas las regiones de los cuerpos celestes.”³⁵⁵

Si continuamos en la breve revisión de los principios más relevantes del texto³⁵⁶, encontramos el principio de la no apropiación consagrado en el Art. II, de gran coherencia si tenemos presente los dos anteriores: “El espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, no podrá ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía, uso u ocupación, ni de ninguna otra manera.”

El principio de utilización para fines pacíficos en su Art. IV, prohíbe expresamente la colocación en órbita de armas nucleares ni de otro tipo de destrucción masiva; asimismo emplazarlas o colocarlas en el espacio ultraterrestre, como también establecer base, instalaciones y fortificaciones militares o realizar ensayos con fines militares.

El principio de cooperación o asistencia mutua Art. IX o el de subordinación el Derecho internacional según lo prescrito en el Art. III.

³⁵⁴ Nótese que no existen mecanismos de distribución de beneficios, como se pensó para la zona de fondos marinos.

³⁵⁵ Podemos entender de este Párrafo que el que llega primero se quedará con sus usos, situación similar a la que ocurre en Alta Mar.

³⁵⁶ Otro principio importante dentro de este tratado que figura en el Art. IX es el de cooperación internacional y asistencia mutua, para todas las acciones que emprendan los Estados tanto en el espacio exterior, como en la luna y cuerpos celestes. Donde los Estados “...deberán tener debidamente en cuenta los intereses correspondientes de los demás Estados Partes en el tratado”.

Por último, otro principio destacado es el de imputabilidad de responsabilidad a los Estados respecto de aquellas actividades que realicen en el espacio ultraterrestre. Si las actividades fueran realizadas por organizaciones internacionales, estas se imputaran a la misma y a los Estados que forman parte de esta, Art. VI del Tratado de 1967.

Queda de manifiesto la gran diferencia existente entre los regímenes jurídicos del espacio exterior y el espacio aéreo. El Convenio de Chicago de fecha 7 de diciembre de 1944 sobre aviación civil reconoce la soberanía que los Estados tienen sobre el espacio aéreo, siendo el soporte para la navegación aérea, si bien estamos dejando de lado la principal función para no redundar en un hecho ya conocido, medio en donde se desarrolla la vida humana, flora y fauna. Esta soberanía que se consagra el Art. 1 del texto, se proyecta sobre la columna vertical de aire que se alza sobre el espacio terrestre, aguas interiores y mar territorial. Con competencias soberanas plenas y exclusivas en estos espacios y su correspondiente espacio aéreo subyacente.

Con el inicio de la “era espacial” que comienza el 4 de octubre de 1957³⁵⁷, con el lanzamiento del *Sputnik I*³⁵⁸ y un breve tiempo de órbita espacial, no existió reclamo por parte de Estados grandes y poderosos, como los Estados Unidos de Norteamérica, cuyo territorio fue sobrevolado por este pequeño satélite soviético. En esta ocasión no sucedió nada y en ningún momento se invocó la Convención de Chicago de 1944, la cual reconoce la soberanía de los Estados en el espacio aéreo sobre su territorio, ningún Estado pretendió ejercer soberanía *usque ad coelos*. Pocos meses después los Estados Unidos lanzaron su primer satélite. Con los avances tecnológicos y científicos, los lanzamientos y tamaños de los satélites de ambas

³⁵⁷ Cabe recordar que desde julio de 1957 a diciembre de 1958 se celebró un Año Geofísico Internacional, patrocinado por el Consejo de las Uniones Científicas (organismo internacional no gubernamental).

³⁵⁸ Semanas después de la puesta en órbita del *Sputnik I* una resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas, recomendó el estudio en común de un sistema de inspección destinado a asegurar que el envío de objetos al espacio se realizaría exclusivamente con fines pacíficos y científicos. Un año más tarde se crea el Comité para la Utilización Pacífica del Espacio Exterior (sus siglas inglesas COPUOS) con un subcomité técnico y otro jurídico. Este comité ha sido el responsable de la preparación del llamado *corpus iuris spatialis*, estos son, los textos de los cinco tratados del espacio y el de la Resolución de la Asamblea General 1962/XVII, aprobada por unanimidad el 13 de diciembre de 1963. Esta Resolución sienta los principios básicos del derecho espacial: libertad, igualdad, cooperación, mantenimiento de la paz, no apropiación y responsabilidad. Cabe destacar que las dimensiones del aparato eran bastante reducidas era una esfera de 50 cm de diámetro con un peso de unos 80 kilos.

potencia se fue incrementando, sin que se solicitaran o exigiesen autorizaciones para sobrevolar territorios soberanos.

Algunos juristas soviéticos sostuvieron que tras este aumento de lanzamientos, y permanencia de esos en el espacio sería necesaria y exigible la autorización de los Estados sobrevolados para el lanzamiento de satélites. Otra corriente soviética contradujo esta tesis, pues consideraban que los satélites artificiales se desplazan en un espacio extraterrestre o extra-atmosférico que, si lo equiparamos a la condición que se produce en alta mar, con plena libertad de navegación, estos satélites no deberían requerir autorización alguna; si aceptemos esta segunda tesis, con mayor fuerza surge la necesidad de esclarecer los límites verticales de soberanía de los Estados. Cabe recordar que la normativa adoptada en el año 1944, sobre espacio aéreo en la Convención de Chicago, no incluye la libertad de paso sobre el territorio, incluido el mar territorial, de aeronaves de Estado extranjeras, ni de las civiles empleadas en líneas regulares. En definitiva, las actividades espaciales se rigen por el Derecho del Espacio y las actividades aéreas por el Derecho Aeronáutico.

Por su parte, Naciones Unidas, en 1967 incluye esta problemática dentro de los considerados por la Subcomisión de Asuntos Jurídicos, sin que se haya encontrado solución consensuada, debido a que las dos tradicionales posturas opuestas siguen manteniéndose prácticamente inalteradas. Por una parte aquellos Estados que consideran necesaria la fijación de límites y los que opinan que no es necesaria y que llevarla a cabo en un momento poco oportuno puede llevar a parar los desarrollos en el ámbito espacial³⁵⁹.

En cambio si han sido objeto de regulación aquellos objetos lanzados al espacio.³⁶⁰ Asimismo se encuentran claramente diferenciados por funciones,

³⁵⁹ Vid. CASTILLO DAUDÍ, M. (2002), p. 280.

³⁶⁰ Art. VIII del Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración o utilización del Espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, de 27 de enero de 1967 (BOE núm. 30, de 4 de febrero de 1969), "Todo Estado Parte en el Tratado que lance o promueva el lanzamiento de un objeto al espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, y todo Estado Parte en el Tratado, desde cuyo territorio o cuyas instalaciones se lance un objeto, será responsable internacionalmente de los daños causados a otro Estado Parte en el Tratado o a sus personas naturales o jurídicas por dicho objeto o sus partes componentes en la Tierra, en el espacio aéreo o en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes." Este aspecto fue desarrollado por el Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales, hecho en Londres, Moscú y Washington, el 29 de marzo de 1972; (BOE núm. 106, de 2 de mayo de 1980).

actividades, operatividad, etc., los aviones y los objetos espaciales. Y como apunta ODUNTAN en relación con el concepto de soberanía por encima de los límites del espacio aéreo de la tierra, no tiene sentido convencionalmente hablando expresarse acerca de la soberanía en el espacio ultraterrestre; lo anterior debido fundamentalmente a que la normativa *ab initio* internacional desarrollada para regular el espacio ultraterrestre ha sido inequívoca sobre la prohibición de la aplicación de la soberanía estatal en el espacio ultraterrestre³⁶¹.

Para los que consideran necesaria la delimitación de los dos espacios existen dos enfoques; el espacial y el funcional. La diferencia fundamental entre ambos enfoques está en que mientras el primero se basa en la adopción de ciertos criterios científicos y técnicos, como por ejemplo la atracción gravitacional de la tierra, la alturas de las órbitas de satélite, etc.; el segundo, se basa en la definición de los objetos espaciales y sus funciones o propósitos en actividades espaciales³⁶².

Asimismo existen otras escuelas que plantean sistemas distintos de consideración para la delimitación entre espacio aéreo y ultraterrestre. Dentro de estos destacan: la teoría de la sustentación aerodinámica, que se basa en las condiciones necesarias de la aeronave y de su entorno para poder mantenerse en el aire, ya que por las características de la atmósfera a distintas alturas las condiciones varían y hacen posible o no el poder mantenerse en el aire; y la teoría del punto más bajo de la vuelo orbital la que postula que la soberanía debe hacerse extensiva hasta la menor altura a la que un objeto requiere para entrar en órbita y vuelta a la Tierra, ubicándose entre los 70 km y 160 km. Dentro del marco de los acuerdos se encuentra la Declaración de Bogotá de 1976, en donde 8 Estados ecuatoriales, Brasil, Colombia, Congo, Ecuador, Indonesia, Kenia, Uganda y Zaire reclamaron la soberanía hasta la órbita geoestacionaria³⁶³ (GSO) por encima de sus territorios³⁶⁴, lo que está a una distancia de 36.000 Km. de distancia de la tierra.

³⁶¹ Vid. ODUNTAN, G. (2003), pp. 67-72.

³⁶² *Ibidem*, pp. 67-72. Algunos autores consideran innecesaria la preocupación por parte de los Estados de fijar una frontera este espacios para la circulación, por ejemplo de un avión, sino más bien debe centrarse en la regulación de las actividades en el espacio, independientemente de la ubicación de las distintas actividades que se pueden desarrollar en el espacio atmosférico general. Es decir, el concepto del espacio ultraterrestre debe definirse sobre la base de una definición del concepto de las actividades espaciales, un enfoque eminentemente funcional. En esta escuela destacan autores como F.B. Schick, D. Goedhuis, Chaumont, R. Quadri y Seara Vázquez.

³⁶³ Vid. DÍEZ DE VELASCO, M. (2003), p. 529; HARRIS, A.; HARRIS, R. (2006), pp. 3-7; WHITE, I.L. (1969).

Internacionalmente se han mantenido dos enfoques respecto de los acuerdos de protección atmosférica. Por una parte, tanto la protección de la capa de ozono como el calentamiento global o cambio climático han sido tratados como problemas globales, lo cual queda de manifiesto con los Acuerdos internacionales y protocolos posteriores. En cambio la “lluvia ácida” y la contaminación atmosférica transfronteriza - que cuenta con el Convenio de Ginebra de 1979³⁶⁵, han sido asumidas como problemáticas de tipo regional o zonal.

Ahora bien, estas perspectivas tienen su base fundamentalmente en los alcances de los daños y las percepciones de la envergadura del problema a solucionar. Así, por ejemplo, la capa de ozono estratosférica cuya función principal es servir de filtro para los rayos UV provenientes del Sol, es una capa protectora sin cuya existencia sería imposible la vida. Para su protección cuenta con un Convenio Internacional suscrito en Viena en 1985 fruto de las evidencias científicas sobre su deterioro que tienen su inicio en la publicación realizada por Molina y Rowland en 1974³⁶⁶.

A modo de resumen y para concluir nuestra revisión de la atmósfera desde la perspectiva del Derecho internacional público, podemos apreciar la enorme complejidad de su tratamiento para su protección, debido básicamente a la no

JUSTE RUIZ, J.; CASTILLO DAUDÍ, M. (2002), p. 278; GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P., (2008), p. 781-782; “The Bogota Declaration 1976” ver *Journal of Space Law*, Vol. 6 No.2 (1978) 194. La Declaración de Bogotá, surge fruto de la primera reunión de países ecuatoriales (Aprobada en diciembre 3 de 1976). Los representantes de los Estados atravesados por el Ecuador se reunieron en Bogotá, República de Colombia, del 29 de noviembre al 3 de diciembre 1976 con el propósito de estudiar la órbita geoestacionaria que le corresponde a sus territorios terrestres, marinos, y el territorio insular y considerado como un los recursos naturales.

La órbita geoestacionaria es la que esta por encima de la línea del Ecuador a unos 36.000 por encima del nivel del Mar. Es una orbita alrededor de la Tierra sincronizada con la rotación de la Tierra sobre su eje. La importancia de esta orbita y la razón por la cual es tan utilizada por los satélites no naturales en su estabilidad, manteniendo siempre la misma distancia respecto de la Tierra. Un objeto en esa órbita viaja a la misma velocidad que la tierra entregando la sensación de mantenerse en estado estacionario.

³⁶⁴ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P., (2008) p. 781-782. En la Conferencia celebrada el 3 de diciembre de 1976 en Bogotá, Colombia, los ocho países adoptaron una declaración formal afirmando la soberanía nacional sobre el tramo de orbita ubicado por sobre su territorio, pues estos Estados consideraban que esta porción se encontraba relacionada al espacio subyacente y constitutiva de recursos naturales. Luego de una posterior evaluación tanto científica como jurídica, la Declaración fue rechazada por la totalidad de los miembros restantes. Ahora bien, era predecible el fracaso de esta demanda de soberanía absoluta (*summa potestas*) en el marco de una concepción clásica del Derecho internacional en organismos como la ONU o la UIT, pues no podemos olvidar que las soberanías son reconocidas tanto bilateral como multilateralmente y en ningún caso cuando se reivindicán de manera unilateral como era este caso.

³⁶⁵ BOE núm. 59, de 10 de marzo de 1983.

³⁶⁶ Para mayor detalle, ver apartado 4.6.1. Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y Protocolo de Montreal, Capítulo II.

existencia de su conceptualización jurídica. De inicio a la atmósfera se la “parte” o “divide” en dos espacios cuyos límites tampoco están claramente definidos, dando origen a dos conceptos –el de espacio aéreo y el de espacio ultraterrestre– con la coexistencia de dos normativas, que como ya hemos revisado parten de fundamentos jurídicos distintos con las consiguientes implicancias que esto trae.

Lo anterior a nuestro juicio permite que los Estados no asuman con la severidad que se requiere su deterioro, y lo que es más grave, la “perdida” del sensible equilibrio que presenta con los consiguientes trastornos que en última instancia pueden provocar como la desaparición de la vida como la conocemos. Se precisa una conceptualización jurídica global con un ente de control también global, que esté por sobre los Estados, de manera que se podrá asumir que sus problemáticas aunque variadas y dispersas están relacionadas, dando como resultado una protección más efectiva, eficiente.

2.3. La contaminación atmosférica y su regulación jurídica

A modo de preámbulo y antes de abordar la regulación jurídica de la contaminación atmosférica cabe situarnos brevemente en el estatus legal de la atmósfera dentro del marco del Derecho internacional. Estatus que en muchos aspectos se quiere explicar por las peculiares características que presenta que sin lugar a dudas la diferencia de otros espacios a proteger.

En lo que concierne a la contaminación atmosférica transfronteriza, y en particular a la “lluvia ácida”, y la posibilidad de considerar el concepto de recurso común con responsabilidad bilateral o regional, el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979, se ha transformado en un importante instrumento de control y regulación al respecto. Como subrayan BIRNIE y BOYLE³⁶⁷ se requiere una definición legal del concepto que reconozca la globalidad e interés común para su protección por parte de todos los Estados, pues la tradicional categoría que se le ha entregado de propiedad común no ha sido lo suficientemente útil.

³⁶⁷ Vid. MOLINA, M.J.; ROWLAND, F.S. (1974). pp. 502-504.

Por otra parte, dentro del plano jurídico administrativo las características de este recurso natural lo distinguen de otros como el suelo o en agua, pues no presenta la competencia para su apropiación o explotación. Y como destaca ESTEVE PARDO³⁶⁸ «[...] el único objetivo que puede plantearse es el de su protección, el mantenimiento de los mejores niveles de calidad y pureza del aire.»

El impacto que puede provocar la contaminación atmosférica en otros medios es tan importante y determinante, que paradójicamente gran parte de la regulación normativa destinada a su control ha surgido como resultado de iniciativas destinadas a eliminar contaminantes en otros medios, como suelo o agua. Para el profesor MARTÍN MATEO³⁶⁹ la atmósfera presenta ciertas características que complican su tratamiento no solamente en el ámbito científico y técnico, sino muy especialmente dentro de las ciencias del derecho, características que son tres; su universalidad, la interrelación y la gravedad de las consecuencias que su alteración puede provocar.

Si nos remitimos al Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979³⁷⁰ define la contaminación atmosférica como

“La introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en la atmósfera, que produzca o que pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a los ecosistemas, peligros para la salud humana, deterioro de los bienes materiales, menoscabo de los lugares de esparcimiento y otros usos legítimos del medio ambiente”.

Esta definición del concepto de contaminación atmosférica es amplia y descriptiva, de la cual se pueden extraer importantes conclusiones. Como primer punto a destacar está la participación del hombre como “origen” de la alteración al medio. Nótese que no solamente señala a sustancias como contaminantes, sino también a la energía, que aunque no lo señala expresamente, es básicamente energía en forma de calor o energía calórica. Asimismo, con la frase “[...] que produzca o que pueda producir...” deja abierto el camino por una parte a la ocurrencia de efectos no inmediatos, como también, a la prevención de los mismos.

³⁶⁸ Vid. ESTEVE PARDO, J. (2008), p. 237.

³⁶⁹ Vid. MARTÍN MATEO, R. (1991b), *Tratado de Derecho ambiental*. Vol. II, Navarra: Ed. Trivium, pp. 390-393. Universalidad, por su imposibilidad de acotar, su contaminación trasciende de los márgenes locales o nacionales; interrelación, es un medio en donde las emisiones y los correspondientes contaminantes interactúan afectando a distintas problemáticas; la gravedad de sus consecuencias, la vida en general se desarrolla en este medio, razón por la cual, su alteración incide directa o indirectamente en la vida.

³⁷⁰ Art. 1.1 CLRAP.

Si bien las fuentes emisoras se encuentran situadas en un área determinada dentro de los límites jurisdiccionales de un Estado, la imposibilidad de limitar su dispersión, transforma a este tipo de contaminación en “transnacional”, razón por la cual la normativa al respecto no solamente consta de regulaciones que se circunscriben al ámbito nacional. En este sentido, también la comunidad internacional se ha visto en la necesidad de formular normativas de carácter internacional.

Además, la certeza de la implicancia de la acción humana sobre el deterioro del medio ambiente y sobre este medio, provocan que el factor riesgo³⁷¹ sea un condicionante que cada día cobra mayor relevancia junto a la necesidad de su control; por sobre aquella peligrosidad natural que por siglos ha sido asumida y aceptada como inevitable. Y como apunta ESTEVE PARDO³⁷² la contaminación no tiene su origen en la naturaleza o en los recursos que de ella emanan, sino en la tecnología fruto de la acción humana. Tanto la acción como la decisión del ser humano en el desarrollo tecnológico han dado como resultado la existencia de un riesgo permanente alejado de aquellos peligros que la naturaleza había expuesto a la humanidad por siglos. En definitiva, los niveles de contaminación estarán determinados por las decisiones que al respecto se adopten, siendo estas sustanciales al nivel o grado de los riesgos permitidos o aceptados por una sociedad determinada, sin perder de vista y asumiendo que existen factores o condiciones de entorno que agravaran o mitigaran los niveles de contaminación.

Ahora bien, cabe destacar que el proceso evolutivo hacia un desarrollo industrial y tecnológico, no es el único responsable del fenómeno de contaminación; el

³⁷¹ Este concepto ampliamente tratado por autores como el sociólogo Ulrich Beck, el cual plantea a la modernidad industrial transformada en una *sociedad del riesgo* caracterizada por el poder del peligro que sobrepasa todas las fronteras protegidas de la modernidad. De este modo surgen consecuencias no deseadas de la acción, disuelven la potestad de los Estado-Nación y obligan a pensar la construcción política de una comunidad mundial que afronte los problemas. Beck aborda los problemas de la nueva sociedad anotando la evidente diferencia con los descritos por la sociología de las sociedades precedentes, y en donde encuentra entre otras transformaciones de tipo sociológico, político y supremacía de lo económico por sobre lo anterior, una sociedad fuente de incertidumbre, inseguridad y riesgos. Para mayor ahondamiento sobre el tema BECK, U. (2006). *La Sociedad del Riesgo Global*. (2ª Edición), Madrid: Siglo XXI; BECK, U. (2006), *La Sociedad del Riesgo: hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós Ibérica.

³⁷² Vid. ESTEVE PARDO, J. (2008), p. 233. Ahora bien, tomando en cuenta que los desarrollo científicos y tecnológicos requieren de la adopción de decisiones que en definitiva se circunscriben a la aceptación de los riesgos que de estos actos se deriven, las medidas destinadas a controlar, eliminar o disminuir la contaminación dependerá del margen de riesgo que se permitirá, condicionando las medidas restrictivas.

aumento demográfico, los movimientos migratorios, los cambios en la utilización del suelo; muchos de éstos como consecuencias de los primeros, surgen como focos gestores de un fenómeno cada vez más generalizado que amenaza no solamente al ser humano sino al entorno ambiental que lo rodea.

La soberanía territorial y las responsabilidades de un Estado respecto de los daños o perjuicios sobre otros y la obligación de no causar daños a otros Estados, que encontramos al revisar la contaminación atmosférica, particularmente la transfronteriza desde el punto de vista del Derecho internacional, nos remonta por ejemplo, a finales del siglo XIX donde comienza una disputa que durará algo más de cuarenta años entre Canadá y Estados Unidos de Norte América, debido a las emisiones por parte de una fundición ubicada en un lugar cercano a la frontera, llamado Trail, en Canadá, que emitía zinc y plomo, gases que afectaron de manera importante a regiones situadas en Estados Unidos de Norteamérica caso crucial que ha servido como antecedente al momento de abordar estas cuestiones³⁷³.

Si revisamos los Arts. 192 y 194 de la Convención de Naciones Unidas sobre Derecho del Mar de 1982, se insta a los Estados a que protejan y preserven el medio ambiente marino, sin excepción, de todas las fuentes de contaminación incluyendo aquellas que provienen de la atmósfera. Podemos apreciar, asimismo, la influencia del Principio 21 de la Declaración de Estocolmo básico para la elaboración de Declaraciones y tratados posteriores. De algún modo esta normativa a establecido la

³⁷³ La compañía canadiense Compañía Limitada de Minería y Fundición Consolidada de Canadá, empresa encargada de la gestión de plomo y zinc a unas 10 millas al norte de la frontera sur con el Estado de Washington USA, al borde del río Columbia en Trail B.C.. Entre los años 1925 y 1935 el gobierno de Estados Unidos de Norte América realizó una serie de protestas al gobierno de Canadá, las que informaban de los daños ocasionados por dicha compañía minera a los valles del río Columbia por las emisiones de dióxido de azufre. Durante el año 1927 los daños se hicieron evidentes lo que ocasionó la elevación ya que numerosas quejas por parte del Estado afectado. Durante el mes de agosto de 1928, el asunto fue remitido a una Comisión Internacional Conjunta que formaban representantes de ambos Estados. El 28 de febrero de 1931, dicha comisión resuelve que la Fundición Trail debería limitar las emisiones de dióxido de azufre y que el Estado canadiense debería pagar una indemnización por los daños causados a Estados Unidos. Considerando que las condiciones no fueron mejoradas sustancialmente con posterioridad a la resolución de la Comisión, Estados Unidos durante el mes de febrero de 1933 reitera las quejas, finalmente adoptando un Convenio mediante la Convención de Ottawa de 15 de abril de 1935 para la solución de las controversias de la gestión de la Fundición de Trail, BC (Reports of International Arbitral Awards, Vol.III, pp. 1907-1910), en donde se plantea la formación de un Tribunal arbitral con la capacidad de resolver las controversias sobre los daños ocasionados en el Estado norteamericano de Washington y las posibles compensaciones que surgieron de los mismos. Con fecha 11 de marzo de 1941 este Tribunal dictó Sentencia en la que obligaba a pagar a Canadá una indemnización al Estado de Washington por los daños causados por la Función Trail BC. Asimismo, impone el cierre en el plazo de un año y medio de la Fundición.

responsabilidad que tienen los Estados sobre el espacio atmosférico que se encuentra más allá de su jurisdicción nacional, por analogía la podemos compararla con “alta Mar”, es decir, aquella que queda fuera de cualquier espacio de soberanía nacional que está alejada que “no es de nadie y es de todos”.

Las primeras medidas para evitar la contaminación ambiental en las áreas de emisión fueron infructuosas al menos en lo que respecta a contaminación atmosférica a grandes distancias pues provocaron el transporte de contaminantes a distancias más largas por medio de las corrientes de aire que existen a niveles superiores de la atmósfera, esto se debió básicamente a que se aumentaron las alturas de las chimeneas de las industrias, situación llevó a la convicción de que la contaminación de aire no es un problema local sino que por las características del medio sus efectos podían involucrar a regiones ubicadas a gran distancia del foco emisor.

Cabe destacar que este tema fue tratado por primera oportunidad como tema regional en la Declaración de Principios sobre la lucha contra la contaminación del aire (Resolución (68)4), adoptada por el Comité de Ministros del Consejo de Europa de 8 de marzo de 1968, en la cual se expresaba, “Los Estados Miembros del Consejo de Europa tomarán las medidas legislativas o administrativas necesarias para prevenir o reducir la contaminación del aire, cualquiera que sean las fuentes [...]”.³⁷⁴

Si nos retrotraemos a la Declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre medio humano, realizada en Estocolmo en 1972, podemos encontrar varios de sus Principios en donde la protección a la atmósfera se encuentra dentro de la protección global al medio ambiente³⁷⁵. Destacable es sin duda el Principio 6, en donde se declara

³⁷⁴ El 23 de noviembre de 1971 es firmado en Bruselas un Acuerdo para la realización de una acción europea en materia de contaminación siendo el tema la “Investigación acerca del comportamiento físico-químico del anhídrido sulfuroso en la atmósfera”, en vigor desde 1972. Los países se suscriben este acuerdo son: Austria, Dinamarca, RF Alemana, España, Francia, Grecia, Italia Países Bajos, Reino Unido, Yugoslavia y la Comunidad Europea del carbón y el Acero. Publicado en Ingles bajo el nombre de *Agreement on the implementation of a European concerted action project on pollution, researching the physical-chemical behaviour of sulphur dioxide in the atmosphere*. (Ref. 002825).

³⁷⁵ Cabe destacar que los países Escandinavos intentaron hacer de la contaminación atmosférica transfronteriza un “tema de relevancia” dentro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, de junio de 1972, pero muchos de los países participantes no estaban preparados para la adopción de resoluciones específicas sobre esta problemática.

“Debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas o de otras materias a la liberación de calor, en cantidades o concentraciones tales que el medio ambiente no puede neutralizarlas, para que nos se causen daños graves o irreparables a los ecosistemas [...]”.

Asimismo y como destaca CASTILLO DAUDI³⁷⁶ se aprecia la reafirmación³⁷⁷ de la Sentencia Trail de Canadá en el Principio 21 del mismo texto afirmando que

“De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y con los principios del Derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental, y la obligación de asegurarse de que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio ambiente de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.”

Dentro de un marco internacional y con el objetivo de protección a la atmósfera se suscribe el Convenio de Ginebra de 18 de mayo de 1977 sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros hostiles³⁷⁸; cuyo fin es prohibir la utilización con fines militares de cualquier técnica que pretenda alterar, por medio de manipulación deliberada e procesos naturales, la dinámica, la composición o estructura de la Tierra, lo que incluye a la atmósfera³⁷⁹. Con la firma del Convenio de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979, se concreta el inicio de un régimen jurídico respecto de la contaminación atmosférica de gran importancia y alcances³⁸⁰.

Uno de los primeros apoyos de relevancia a la normativa internacional respecto de la problemática atmosférica y la contaminación del aire se recibe por parte de los responsables políticos y científicos que se reunieron en Toronto, entre el 27 y el 30 de junio de 1988, con motivo de la "Conferencia mundial sobre los cambios atmosféricos: consecuencias para la seguridad mundial". De donde surge la siguiente

³⁷⁶ Vid. CASTILLO DAUDI, M. (1990), “La protección internacional del medio ambiente atmosférico: estado de la cuestión”. *Revista de Derecho Ambiental*, Nº 6: 9-27.

³⁷⁷ Vid. BOYLE, A.E. (1991), p. 13. Esta inclusión como Principio es ampliamente considerado como autentico representante del Derecho internacional consuetudinario.

³⁷⁸ En vigor desde el 5 de octubre de 1978.

³⁷⁹ Vid. CASTILLO DAUDI, M. (1990). Como destaca la autora, otro Convenio que requiere a la contaminación atmosférica de manera indirecta por su afectación al medio marino en el Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Hecho en Montego Bay el 10 de diciembre de 1922 (BOE núm. 39, de 14 de febrero de 1997) en los Arts. 194, 212 y 222 de la Parte XII relativa a la protección y preservación del medio marino.

³⁸⁰ Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, hecho en Ginebra el 13 de noviembre de 1979 (BOE núm. 59, de 10 de marzo de 1983). Este régimen jurídico se desarrollará en capítulos posteriores, pues representa el núcleo central de nuestro trabajo.

declaración respecto de la situación atmosférica y los cambios que se comienzan a evidenciar con claridad,

“Estos cambios representan una gran amenaza para la seguridad internacional y ya están teniendo consecuencias perjudiciales en muchas partes del globo [...] Es indispensable actuar ahora [...] Los países del mundo industrialmente desarrollado son los principales causantes de los gases que producen el efecto invernadero y, por consiguiente, contraen la responsabilidad mayor ante la comunidad mundial”.

Dentro del marco de esta Conferencia se realiza un llamado a los gobiernos y a las industrias en favor de llevar a cabo un esfuerzo general que detenga el calentamiento mundial, se reduzcan los niveles de CO₂ y se preste apoyo al trabajo del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (IPCC). Asimismo se expresa la aspiración de que se logre un acuerdo internacional que aborde la protección atmosférica hacia 1992³⁸¹.

Dentro de este marco como apunta MARTÍN MATEO³⁸² fundamental fue la “Reunión de expertos legales y políticos” celebrada en Ottawa, Canadá, en febrero de 1989, donde se propuso el desarrollo de una estructura legal e institucional apropiada para afrontar los problemas atmosféricos, en preparación para un convenio-marco sobre la protección de la atmósfera y el cambio de clima. Sobre la necesidad o no de asumir esta problemática desde un enfoque integrado se discute en esta conferencia como destaca Martín Mateo, quien señala que Lammers, ponente general de la reunión, es partidario de asumir desde una perspectiva integradora e interrelacionada la problemática atmosférica, postura que el director de PNUMA, Mostafá Tolba, no comparte, defendiendo la adopción de planes y acuerdos separados y específicos pues los considera más efectivos y realizables.

Situándonos con la perspectiva del tiempo y revisando el desarrollo del Derecho ambiental dirigido a la cuestión atmosférica, encontramos básicamente tres regímenes jurídicos uno para cada una de las tres problemáticas que destacan en este ámbito. En este sentido se aprecia la tendencia en abordar cada tema desde su

³⁸¹ Vid. MARTÍN MATEO, R. (1991b), pp. 389-390.

³⁸² *Ibidem*. Citando Protection of the Atmosphere: Statement of the Meeting of Legal and Policy Experts on the Protection of the Atmosphere (Ottawa Statement), Ottawa, 20-22 de febrero de 1989. Esta propuesta en ningún caso pretende detener otras iniciativas ya tomadas o en curso, respecto por ejemplo del dióxido de carbono; metano; clorofluorocarbonos; óxido de nitrógeno; ozono troposférico; deforestación; o la creación de un fondo mundial.

escenario particular aplicando políticas transversales dirigidas y la suscripción de acuerdos internacionales específicos; aunque no es menos cierto que la evidencia científica sobre la necesidad de considerar a la atmósfera como el único medio afectado por estas tres problemáticas está logrando calar al menos en las políticas administrativas ambientales nacionales.

3. La dimensión internacional de la protección del medio ambiente

Al revisar el desarrollo y evolución del Derecho internacional del medio ambiente, podemos apreciar como se ha ido asumiendo cada vez más un papel protagónico dentro de la protección al medio ambiente. La evidencia científica del deterioro medioambiental mundial ha originado que el Derecho internacional se haya tenido que posicionar y asumir un papel protagónico, entregando todos sus instrumentos para lograr que los países logren acuerdos tendientes a revertir o al menos detener esta situación.

Es así como para iniciar nuestro recorrido por el Derecho internacional del medio ambiente, que concluirá en este Capítulo revisando brevemente dos de los regímenes más importantes multilaterales que afecta a la atmósfera, comenzamos con el planteamiento jurídico internacional de la protección del medio ambiente, iniciando con un recorrido por su evolución, como también revisaremos los principios del Derecho internacional particularmente los que atañen al medio ambiente, generales y estructurales, distintas doctrinas al respecto y su estudio como instrumentos claves de algunos de ellos dentro de dos de los acuerdos internacionales más importantes como la Convención sobre la capa de ozono y la Convención sobre cambio climático.

3.1. El Derecho internacional frente a la protección del medio ambiente

El Derecho internacional se ha presentado como un medio para gobernar jurídicamente las relaciones entre los Estados de manera igualitaria. Con el fin de la Segunda Guerra Mundial comienza a gestarse el nuevo orden que dará paso definitivo al Derecho internacional contemporáneo³⁸³, nuevo orden geopolítico que tendrá un

³⁸³ Vid. DÍEZ DE VELASCO, M. (2003), pp. 57 y ss., El autor destaca a MESA, R. (Ed.) (1993), *La sociedad internacional contemporánea. Documentos básicos*. (2 Vols.), Madrid, 10-20; y TRUYOL SERRA, A., *La sociedad Internacional*, Madrid, pp. 84-85. Para el autor estas tres revoluciones son causantes de la

nuevo momento de evolución con la caída del eje bipolar y la disolución del régimen socialista de la URSS, dando paso a una sola potencia hegemónica. Asimismo, por la consagración del sistema global, los avances científicos y tecnológicos, y el crecimiento demográfico, entre otros factores³⁸⁴.

En este sentido para CARRILLO SALCEDO³⁸⁵, la transformación que desarrolla el Derecho internacional público es drástica y la describe de la siguiente manera:

«[...] mientras que el Derecho internacional clásico estaba presidido por el principio de reciprocidad, presente tanto en la creación como en la ejecución y sanción de las obligaciones jurídicas internacionales, del Derecho internacional contemporáneo ha cambiado tanto en su ordenación normativa como en su aparato institucional; aspira, en efecto a modelar la realidad social, creando condiciones de paz y dejando de ser un derecho delimitador de competencias entre Estados soberanos exclusivamente formal y de procedimiento para convertirse en un derecho de reglamentación que define los comportamientos de los Estados en orden a la satisfacción de intereses generales de la Comunidad internacional en su conjunto, esto es, en función de la proporción y realización del bien común universal»

En la misma línea argumental KISS y SHELTON³⁸⁶ exponen que la transformación del Derecho internacional público se traduce desde los *treaty-contracts* a los *treaty-law*, dicho de otro modo, lo que tradicionalmente se llevaba a cabo basándose en el tradicional positivismo internacional clásico, sustentado en los intereses particulares de las Partes da paso un una normativa que cada vez más, tiende a satisfacer los intereses de la humanidad.

En lo que respecta al Derecho internacional del medio ambiente, rama del ordenamiento jurídico internacional de más corta data, surge en el marco del Derecho internacional contemporáneo como consecuencia del devenir de una multitud de acontecimientos, siendo el de mayor relieve la voz de alarma que la comunidad científica entrega al mundo político particularmente sobre el creciente y continuo deterioro que se está produciendo en prácticamente todos los ecosistemas. Los

culminación de la crisis del Derecho Internacional clásico. El Derecho internacional clásico comienza a decaer definitivamente con posterioridad al término de la Segunda Guerra Mundial básicamente debido a tres acontecimientos revolucionarios; la soviética, la colonial y la científica y técnica. Ahora bien, estos cruciales hechos vinieron acompañados de otros como el aumento en la población mundial, la crisis de fuentes energética y la creciente evidencia del deterioro del entorno.

³⁸⁴ KISS, A.CH.; SHELTON, D. (2004), pp. 39-66. Los autores sitúan el fin de la Segunda Guerra y la década de los sesenta como la etapa inicial del Derecho internacional del medio ambiente.

³⁸⁵ Vid. CARRILLO SALCEDO, J.A. (1984). *El Derecho internacional en un mundo en cambio*. Madrid: Tecnos, p. 192.

³⁸⁶ Vid. KISS, A.CH.; SHELTON, D. (2004), pp. 14-17.

efectos comienzan a notarse en la contaminación del aire, los mares y ríos, los bosques, etc.

En consideración a esta realidad el Derecho ambiental viene a cumplir una función que, como define BETANCOR RODRÍGUEZ,³⁸⁷ « [...] es aquella parte del ordenamiento jurídico que regula las actividades humanas con incidencia o impacto ambiental significativo o importante con el objetivo de proteger la naturaleza».

La necesidad de dotar de un marco normativo internacional al medio ambiente nace de la comprobación científica del impedimento de circunscribir esta problemática a un ámbito únicamente local o más inmediato a la fuente de deterioro o de contaminación. La paradoja de vivir en « [...] un mundo que es ecológicamente único pero que está políticamente compartimentado»³⁸⁸, hace necesario la existencia de un orden jurídico ambiental internacional, constatándose la dimensión política y jurídica de la problemática ambiental en general.

Como destaca JUSTE RUÍZ³⁸⁹ la aparición del Derecho internacional del medio ambiente es un fenómeno jurídico reciente, siendo este último parte del llamado Derecho internacional contemporáneo con una normativa amplia, diversificada y compleja. Como consecuencia de lo anterior el Derecho internacional del medio ambiente presenta funcionalidad, multidimensionalidad y el predominio de *soft law*; sin perder de vista que estas características no han impedido que se hayan aplicado normativas de rígidos perfiles de *hard law*.

JUSTE RUÍZ ve a la funcionalidad como condicionante de la naturaleza del derecho que se trate y en este sentido es tajante en afirmar

« [...] el carácter eminentemente funcional de Derecho internacional de medio ambiente contribuye a dar a sus normas una contextura flexible, configurando un universo jurídico particularmente fluido que presenta los perfiles

³⁸⁷ Vid. BETANCOR RODRÍGUEZ, A. (2001), p. 68

³⁸⁸ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), *Derecho Internacional del Medio Ambiente*, Mc Graw Hill, 2ª edición, Madrid, pp. 10-15. Estamos en un mundo en donde existen varios factores que agravan la situación ambiental general, siendo quizás el gatillante la creciente globalización económica y aumento del aparato productivo mundial. Esta situación hace en muchos casos, fundamentalmente en aquellos Estados menos desarrollados, que por favorecer el crecimiento económico se descuiden las condiciones ambientales, postergando y evitando asumir políticas más rígidas y contundentes en este sentido. Serán entonces distintas condicionantes, como la diversidad ambiental; los factores económicos; diferencias en el desarrollo técnico y científico; y el factor político que se presentan a nivel global, los que hacen necesaria y entregan la crucial importancia de un régimen jurídico internacional ambiental que procure garantizar normas internacionales al respecto.

³⁸⁹ *Ibidem*, pp. 39.

característicos de lo que se ha dado en denominarse *soft law*»³⁹⁰.

Continuando, le entrega una condición de eminentemente tuitivo teniendo como función principal la protección del medio ambiente en su conjunto y destaca lo subrayado por KISS³⁹¹ sobre su subordinación a la utilidad a las necesidades y realidades económicas, sociales, científicas y políticas.

La necesaria armonía entre el desarrollo de las actividades humanas y la explotación de los recursos naturales dentro de un contexto de respeto al medio humano y preservación de lo ecológico, hace necesaria y evidente una normativa dentro del Derecho internacional del medio ambiente que sea funcional. Asimismo, otro rasgo que lo destaca es el carácter preventivo de la norma. La posibilidad de revertir a un estado inicial previo al daño o transformación del medio es imposible en un 100%, lo que hace necesaria la existencia de una norma que vaya dirigida a prevenirlo. Más vale proteger o salvaguardar que sancionar o condenar. Adquiriendo un importante carácter instrumental pues dentro de sus objetivos estará el establecer y adecuar mecanismos de tipo administrativo, reglamentario y de gestión para un uso adecuado de los recursos naturales con apego a la norma³⁹². En este contexto el Tribunal Internacional de Justicia en su sentencia relativa a Gabčíkovo-Nagymaros³⁹³, ha afirmado:

“El Tribunal no pierde de vista que, en el ámbito de la protección del medio ambiente, la vigilancia y la prevención se imponen en razón del carácter a menudo irreversible de los daños causados al medio ambiente y de los límites inherentes al propio mecanismo de reparación de este tipo de daños”.

Otro aspecto que destaca JUSTE RUIZ³⁹⁴ del Derecho internacional del medio ambiente es el «sesgo eminentemente prospectivo», que se plasma en la utilización de regulación adecuada para la protección del medio ambiente y las actividades humanas que se desarrollan. Como apunta se observa un desarrollo en la

³⁹⁰ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 44.

³⁹¹ *Ibidem*, p. 40. JUSTE RUIZ destaca lo planteado por KISS en KISS, A.CH. (1981), “L’ état du droit de l’environnement en 1981: problèmes et Solutions”. *Journal de Droit International*, p. 526.

³⁹² *Ibidem*, p. 41. Un buen ejemplo del carácter instrumental como apunta el autor esta en la sentencia arbitral de la Fundación Trail de 1941 (Trail Smelter Case (USA/CANADA). Entre 16 de abril de 1838 y el 11 de marzo de 1941. *Recording Industry Association of America*, Vol. III, p. 1966), la cual viene a constituir un precedente en la intención de establecer un régimen regulador que hiciera viable la continuidad en el proceso de la Fundación, procurando evitar las emisiones de dióxido de azufre.

³⁹³ *CIJ*, Proyecto Gabčíkovo-Nagymaros (Hungría/Eslovaquia), Sentencia de 25 de septiembre de 1997, Reports 1997, pág. 7.

³⁹⁴ Vid. JUSTE RUIZ, J., (1999), p. 41.

planificación y programación con este fin³⁹⁵. Al respecto cabe recordar el Principio 13 de la Declaración de Estocolmo de 1972,

“A fin de lograr una más racional ordenación de los recursos y mejorar así las condiciones ambientales, los Estados deberían adoptar un enfoque integrado y coordinado de la planificación de su desarrollo, de modo que quede asegurada la compatibilidad del desarrollo con la necesidad de proteger y mejorar el medio humano en beneficio de su población.”

La multidimensionalidad resulta evidente si asumimos que el objeto por el cual debe velar el Derecho internacional del medio ambiente es el medio humano y entorno global, los cuales presentan transversalidades respecto a los variados elementos que los constituyen. Aspectos como la política, la ética, el desarrollo o la aplicación de modelos económicos, la ciencia o la tecnología, son algunos de los elementos de mayor relevancia que condicionan en gran medida el desarrollo del Derecho internacional del medio ambiente.

Por su parte el fenómeno *soft law* y sus normas llevan dominando el Derecho internacional del medio ambiente más de cuarenta años. Su papel dentro de las resoluciones de organismos y conferencias internacionales han servido como un instrumento idóneo y eficiente dentro de este ámbito logrando que los Estados las adopten dotándole de «vigencia se refuerza por efecto de los procesos de reiteración y referencia constantes hasta dar paso eventualmente a la emergencia de una verdadera norma consuetudinaria»³⁹⁶.

Por otra parte, la llamada *soft law* presenta para BOYLE³⁹⁷ tres particularidades que destaca, como el no presentar carácter vinculante, que consisten

³⁹⁵ Vid. JUSTE RUIZ, J., (1999), p. 47. Sobre el particular Juste Ruíz destaca lo señalado por el Prof. KISS respecto de la evolución de la programación dentro del ámbito del Derecho internacional del medio ambiente particularmente en lo que respecta a la protección de la atmósfera, con la habitualidad en la fijación de calendarios con el objetivo de estabilizar o reducir las emisiones de gases nocivos. KISS, A.CH. (1989). “Nouvelles tendances en droit international de l’environnement”. *German Yearbook of International Law*, Vol. 32, 241-263, p. 261. Ejemplo de esta práctica son los Programas de Acción elaborados y desarrollados por la Unión Europea.

³⁹⁶ Vid. JUSTE RUIZ, J., (1999), p. 47; DUPUY, P-M. (1991), “Soft Law and the international Law of the environment”, *Michigan Journal of International Law*, Vol. 12, nº 2, pp. 425-427. Al respecto se destaca el efecto “contagio” que cada vez con mayor habitualidad producen las normas *soft law* llevándolas a convertirse en “normas de derecho”. Asimismo el origen de muchas reglas que se aplican y reconocen como obligatorias provienen del *soft law*, ejemplos destacables son: deber de información y consulta previa relacionadas con actividades que pueden ser potenciales causantes de daños o impacto ambiental transfronterizo, obligación de realizar evaluaciones de impacto ambiental, permitir el acceso a procedimientos administrativos, etc.

³⁹⁷ Vid. BOYLE, A. E. (1999), “Some Reflections on the Relationship of Treaties and Soft Law”, *International and Comparative Law Quarterly*, Octubre 1999, pp. 901-913.

en normas generales o principios no en reglas, y por último, la *soft law* es aquella Ley que no es aplicable por medio de una resolución vinculante de controversias. Como bien desarrolla BOYLE la diferencia con la *hard law* está en que esta última siempre tendrá carácter vinculante; los tratados son por definición *hard law* y los tratados son vinculantes.

Serán entonces parte de sus características inherentes la flexibilidad, la evolutividad y la fluidez, particularidades que e manifiestan básicamente en los instrumentos usados y al contenido de las disposiciones que adopta. Y como apunta DUPUY³⁹⁸ la *soft law* establece una de las modalidades del Derecho internacional que se ha consolidado de manera progresiva particularmente en el área del Derecho internacional del medio ambiente.

Y sobre la relevancia de la *soft law* DUPUY³⁹⁹ acota «en una visión impresionista, es evidente que una parte sustancial del *soft law* de hoy describe parte del *hard law* del mañana».

Todo el desarrollo y evolución del Derecho internacional del medio ambiente sin lugar a dudas es consecuencia de la creciente internacionalización de la problemática ambiental y la contaminación transfronteriza es la evidencia más clara de este fenómeno. Conocida es la Sentencia de 1941 de la Fundición de Trail (British Columbia, BC.) entre los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá⁴⁰⁰; primer asunto internacional sobre este tipo de contaminación sometida a una solución arbitral⁴⁰¹.

Las consecuencias de la emisión o vertidos de contaminantes, no solamente pueden producir efectos al Estado de origen o al inmediatamente fronterizo. La gravedad de las emisiones o vertidos de contaminantes principalmente a

³⁹⁸ Vid. DUPUY, P.-M. (1991), p. 433.

³⁹⁹ *Ibidem*.

⁴⁰⁰ Sentencia Tribunal arbitral de 11 de marzo de 1941, Caso Trail Smelter (USA/Canadá), publicada en *Annual Journal internacional Law*, 1941 núm. 35, pp. 684 y ss.

⁴⁰¹ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), pp. 11-13; ARBOUR, J.M.; LAVALLÉE, S. (2006), *Droit international de l'environnement*, Canadá: Éditions Yvon Blais., p.505. A esta Sentencia se recurre siempre que se trata la contaminación transfronteriza pues enfrenta a dos importantes países en una época en donde la contaminación ambiental no representaba la relevancia que presenta en la actualidad. En esta Sentencia el Tribunal señala "... considera que... tanto según los principios del Derecho internacional, como según el derecho de los Estados Unidos , ningún Estado tiene derecho a usar su territorio o permitir el uso del mismo, de suerte que las emanaciones de humos causen un perjuicio en el territorio de otro Estado o a las propiedades de las personas que allí se encuentran, siempre que se trate de consecuencias graves, y el perjuicio sea demostrado por pruebas claras y convincentes". Trail Smelter (USA/CANADA) Award of Mach 11, 1941. ONU, *Recording Industry Association of America*, Vol. III, p. 1965.

medios como el aire o el agua, respectivamente, radica en que pueden trascender fronteras e incidir en regiones muy lejanas. Asimismo, al afectar zonas que no están sujetas a la soberanía de ningún Estado, que forman parte del ecosistema mundial, la totalidad de los Estados debieran presentar interés por su cuidado y preservación, como es el caso de los fondos marinos o la atmósfera fuera de los límites de soberanía estatal. De igual manera, no podemos olvidar otra fuente de probable contaminación extraterritorial; la que se produce como producto del transporte por cualquier vía de sustancias o materiales peligrosos⁴⁰².

Si bien, como anteriormente señalábamos el comienzo del Derecho internacional ambiental se sitúa en la década de 1970, la etapa anterior ha sido calificada como “prehistórica”⁴⁰³ por KISS. Existen varias iniciativas que si bien no tenían como fin último la protección del medio ambiente⁴⁰⁴, buscaban, con un alcance local⁴⁰⁵ y sectorial, la protección del bien ambiental por los beneficios económicos o productivos, en el marco del llamado “utilitarismo ambiental”⁴⁰⁶.

⁴⁰² Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 12. Dentro de este grupo de productos de elevada peligrosidad podemos contar con los desechos muchos de ellos radiactivos. En este sentido se adopta en 1989 el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos de 22 de marzo de 1989 (BOE núm. 227, de 22 de septiembre de 1994) y su eliminación. Asimismo existe el Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y otras Materias, 1972, al que en 1993 mediante enmienda se prohibió el vertimiento marino de desechos industriales y de desechos radiactivos.

⁴⁰³ Vid. KISS, A.CH. (2004), *Droit international de l'environnement*. (3e éd.), Paris: Pedone, pp. 26-34. Este autor ha calificado al período en el cual se presentan los primeros esbozos del Derecho Internacional del medio ambiente como una etapa que se la puede calificar de “prehistórica”; década de los sesenta previa a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 16 de junio de 1972.

⁴⁰⁴ Vid. LÁZARO CALVO, T. (2005), *Derecho internacional del medio ambiente*. Barcelona: Ed. Atelier, pp. 22-24. Dentro de las iniciativas tendientes a la protección del medio ambiente a nivel internacional, figuran algunas en el campo de la pesca y protección de especies marinas o acuáticas. Ejemplos de estas primeros Acuerdos o Convenios son: la Convención entre Francia y Gran Bretaña relativa a pesquerías, de 11 de noviembre de 1867 de Paris; La Convención estableciendo reglas uniformes relativas a la pesca en el Rin entre Constancia y Basilea, de 9 de diciembre de 1869 de Berna; la Convención sobre pesquerías en el Mar del Norte, de 1882; el Convenio para la protección de los pájaros útiles para la agricultura de 19 de marzo de 192 de Paris; la Convenio entre Estados Unidos, Gran Bretaña y Rusia para la protección y reservación de las focas para la peletería, de Washington de 7 de julio de 1911; la Convención entre Estados Unidos y Gran Bretaña para la protección de aves migratorias en los Estados Unidos y Canadá, de Washington de 7 de diciembre de 1916; la Convención para la preservación de la pesca del Halibut del Océano Pacífico Norte de 2 de mayo de 1923; La Convención para la preservación de la pesca del Halibut del Océano Pacífico Norte y del Mar de Bering de 9 de mayo de 1930; la Convención Internacional para la regulación de la pesca de la ballena de Ginebra de 24 de septiembre de 1931; la Convención para la protección de aves migratorias y mamíferos de caza, etc.

⁴⁰⁵ Vid. LÁZARO CALVO, T. (2005), pp. 25-26. En lo que atañe al ámbito de los acuerdos, en general eran adoptados dos o tres partes, aunque con el paso del tiempo se comienza a apreciar que aunque no llegan a abarcar una esfera mundial si comienzan a tomarse a escala continental, en África a América, por ejemplo: la Convención relativa a la preservación de la fauna y flora en su estado natural, adoptada

Posterior a estos inicios ARBOUR y LAVALLÉE⁴⁰⁷ diferencian dos etapas, una que comienza en los años treinta hasta el fin de la Segunda Guerra, y la que comienza luego del fin de esta última hasta previa celebración de la Convención de Estocolmo de 1972, donde ya se aprecia una mayor preocupación por la cuestión ambiental⁴⁰⁸.

Previo a la celebración de la esta cumbre ya se habían adoptado algunos convenios internacionales de importancia como el Convenio de Bonn de 1969 para la lucha contra la contaminación del Mar del Norte por los hidrocarburos⁴⁰⁹; o el

en Londres en el año 1933. Los objetivos generales de este acuerdo se enmarcaban dentro de la preservación la flora y fauna de determinadas partes del mundo, con especial interés en África. La importancia de este acuerdo radica no solo en que abarca una cantidad de países sino en el mecanismo utilizado para la consecución de sus objetivos, la creación de parque y reservas naturales, bajo administración y tutela pública. Otra Convención de gran importancia por su extensión es la Convención sobre protección de la naturaleza y la preservación de la vida salvaje en el Hemisferio Oeste, de Washington de 12 de octubre de 1940.

⁴⁰⁶ Cabe hacer notar que con la creación de Naciones Unidas para la protección de la Agricultura y Alimentación (FAO) en Quebec el 16 de octubre de 1945, los acuerdos sectoriales y el utilitarismo visto de la flora y fauna, comienza a ordenarse, pues se le entregan en su Art. 1.2. de su texto constitutivo competencias en este ámbito dentro del marco de Naciones Unidas.

⁴⁰⁷ Vid. ARBOUR, J.M.; LAVALLÉE, S. (2006), p. 481-482. Desde los años treinta hasta finales de la década de los sesenta algunos de los acuerdo ambientales más destacables son: el Convenio de Londres de 8 de noviembre de 1933 para la conservación de la flora y fauna natural en África; el Convenio de Washington de 12 de octubre de 1940 para la protección de la flora, la fauna y las bellezas panorámicas naturales de los países de América; La Convención de Londres para la prevención de la contaminación del mar por hidrocarburos de fecha 12 de mayo de 1954, primer instrumento que previene la contaminación por buques, renombrada en 1973 MARPOL (Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques, hecho en Londres el 2 de noviembre de 1973 (BOE núm. 249, de 17 de octubre de 1984)); La Convención sobre la pesca y conservación de recursos biológicos de alta mar de 1958; el Tratado de Washington de 1 de diciembre de 1959 sobre la Antártida (Tratado antártico, de 1 de diciembre de 1959 (Instrumento de adhesión de 18 de marzo de 1982 (BOE núm. 152, de 26 de junio de 1982)), el Tratado de Moscú sobre prohibición de ensayos nucleares en la atmósfera, en el espacio ultra-atmosférico y bajo el agua de 5 de agosto de 1963; En el plano internacional regional, el Consejo de Europa promovió la adopción de la lucha contra la contaminación del aire de marzo de 1968, como la carta europea del agua de 6 de mayo de 1968, Convenio sobre la conservación de las zonas húmedas de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, hecho en Ramsar el 2 de febrero de 1971 (BOE núm. 199, de 20 de agosto de 1982) o el de Londres de 1 de junio de 1972 sobre la protección de las focas antárticas, etc.

⁴⁰⁸ Vid. KISS, A.CH.; SHELTON, D. (2004), pp. 39-48; JUSTE RUIZ, J. (1999), pp. 16-18; ARBOUR, J.M.; LAVALLÉE, S. (2006), p. 481-482. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano, 16 de junio de 1972, conocida también como "Cumbre de la Tierra", fue convocada por la Asamblea General mediante Resolución 2398 (XXII) de 3 de diciembre de 1968, preparada por un Comité Especial compuesto de 27 representantes de Estados miembros y se celebró en Estocolmo entre el 5 y el 16 de junio de 1972, con la presencia de 113 Estados, prácticamente la totalidad organizaciones internacionales intergubernamentales y 400 de Organizaciones No Gubernamentales.

Ahora bien, cuando se habla en Derecho ambiental, Derecho Internacional medioambiental, o en general en cualquier área del conocimiento ambiental, en el que se pretenda dibujar una línea del tiempo en el desarrollo o profundización del mismo, es inevitable marcar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 16 de junio de 1972 como la data de inicio de la era medioambiental.

⁴⁰⁹ Acuerdo de Bonn referente a la cooperación en materia de lucha contra la contaminación de las aguas del Mar del Norte, 9 junio 1969 (704 UNTS 3; 9 ILM359, 1970).

Convenio internacional sobre la responsabilidad civil por los daños debidos a la contaminación por los hidrocarburos⁴¹⁰; el Convenio relativo a las zonas húmedas de importancia internacional particularmente como hábitat de las aves acuáticas, Ramsar, 2 de febrero de 1971⁴¹¹, entre otros.

Los documentos emanados de esta cumbre solo representan declaraciones de intenciones y recomendaciones, sin carácter vinculante; pues básicamente se realiza una evaluación de la situación ambiental a nivel mundial. Aún con todas las limitaciones, fundamentalmente la del carácter no vinculante de la Declaración de Estocolmo de 1972⁴¹², sin lugar a dudas provoca un cambio clave en la apreciación que del medio ambiente se tenía a nivel mundial, y entrega algunos lineamientos básicos y criterios a seguir a nivel interno de cada Estado y a nivel internacional.

Destacable es el Plan de acción por el medio ambiente humano⁴¹³, este documento al igual que la totalidad de los extraídos de la cumbre no presenta un carácter vinculante, y está estructurado en tres bases: el programa de evaluación ambiental global, actividades de gestión ambiental y medidas de apoyo; y como apunta SAND,⁴¹⁴ este plan de acción puede ser considerado como una explicación de la Declaración y del progreso realizado en la implementación de la misma⁴¹⁵. Este programa, cuyo nombre es *Earthwatch*, que incluye evaluación y revisión, investigación, monitoreo e intercambio de información, entregando un papel fundamental a la cooperación internacional⁴¹⁶. En el ámbito institucional otro efecto

⁴¹⁰ Convenio internacional sobre la responsabilidad civil por los daños debidos a la contaminación por los hidrocarburos, Bruselas, el 7 de octubre de 1969 (BOE núm. 58, de 8 de marzo de 1976).

⁴¹¹ Convenio relativo a las zonas húmedas de importancia internacional particularmente como hábitats de las aves acuáticas, Ramsar 2 febrero 1971 (BOE núm. 199, de 20 de agosto de 1982).

⁴¹² Declaración de la Conferencia de las naciones Unidas sobre el medio ambiente humano. Estocolmo, 16 de junio de 1972. ONU. (11 *ILM* 1416). Doc. A/CONF 48/14. Rev. 1. Dentro de la Declaración de Estocolmo destacable es su referencia a los derechos de hombre señalando textualmente en su Principio 1 “el hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras” añadiendo en el Principio 2 que “Los recursos naturales de la Tierra, incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga”.

⁴¹³ Plan de acción por el medio ambiente humano, UN Doc. A/CONF. 48/14, 3 de julio de 1973.

⁴¹⁴ Vid. SAND, P.H. (Ed.) (1992), *The effectiveness of international environmental agreements. Survey of existing legal instruments*. Cambridge: Grotius Publications, p. 29.

⁴¹⁵ *Ibidem*.

⁴¹⁶ Vid. KISS, A.CH.; SHELTON, D. (2004), p. 47.

de esta cumbre es la creación del Programa de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA)⁴¹⁷.

Veinte años después de Estocolmo 1972 se lleva a cabo la Conferencia de Río sobre medio ambiente y desarrollo en 1992. Durante estos veinte años se produjo una evidente preocupación por el medio ambiente en general y en particular, se suscribieron acuerdos respecto de los mares, protección atmosférica, de la flora y fauna; pero sin lugar a dudas no fueron suficientes para revertir la situación crítica que comenzaba apreciarse con cada vez mayor evidencia. Es así como el conocido Informe *Brundtland* entrega una voz de alarma presentando un panorama crítico frente a la situación medioambiental y la necesidad de revertir esa condiciones, pues se amenazaba seriamente las generaciones futuras; e insta a Naciones Unidas a transformar este reporte en un programa de acción. La Conferencia de Naciones Unidas realizada en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992 será la encargada de elaborar las estrategias para revertir la situación denunciada. La Conferencia de Río destaca por su planteamiento desde diversos frentes a una problemática como es el desarrollo sostenible, concepto que se configura como derecho y que se encuentra incluido en los Principios 1 y 4⁴¹⁸; asimismo, cabe destacar la relación que se realiza en el texto emanado de esta Cumbre internacional entre el concepto de desarrollo sostenible y las generaciones futuras⁴¹⁹.

En el campo objetivo los resultados de los acuerdos alcanzados se caracterizan por su diversidad y los podemos resumir en dos declaraciones de principios, dos convenios internacionales y un programa de acción; en este sentido Río marca un antes y un después en el planteamiento internacional frente al medio ambiente.

⁴¹⁷ Resolución 2997 (XXVII) adoptada por la Asamblea general de la ONU de fecha 15 de diciembre de 1972..

⁴¹⁸ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), pp. 25-26. Para el autor queda claramente de manifiesto en el Principio 1 la relación entre desarrollo sostenible y teoría de los derechos humanos "los seres humanos [...] tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza."; Declaración de Río de Janeiro sobre medio ambiente y desarrollo (*ILM*, Vol. 31, 1992 p. 876).

⁴¹⁹ Alusión que se realiza en el Principio 3, de la siguiente forma: "... el derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras."

Dentro del legado de esta Cumbre Mundial⁴²⁰ destacables son los dos “acuerdos marcos” el de biodiversidad⁴²¹ y el de cambio climático⁴²², por el desarrollo posterior que han sufrido. Asimismo, cabe hacer notar que de su Declaración derivan el principio de precaución para evitar daños irreversibles; y el tocante a la participación ciudadana en procedimientos para la adopción de decisiones relativas al medio ambiente; o la necesidad de realizar evaluaciones del impacto sobre el medio ambiente que pueden producir determinados proyectos.

La tercera Cumbre Mundial que se celebró, fue la Conferencia de Johannesburgo sobre desarrollo sostenible, en agosto y septiembre de 2002. En esta se aprueba una Declaración y un Plan de aplicación de las decisiones de la cumbre mundial sobre el desarrollo sostenible. Las expectativas claramente no fueron cumplidas siendo lo destacable la consagración del concepto de desarrollo sostenible llegándose a establecer como principio u objetivo global.

El año 2012 será el vigésimo aniversario de la Conferencia de las Naciones Unidas de 1992 sobre medio ambiente y desarrollo (CNUMAD), celebrada en Río de Janeiro. Por ello se celebrará la Conferencia de las Naciones Unidas sobre desarrollo sostenible, Río+20, que tendrá lugar en Brasil el 4 al 6 junio de 2012, la cual se está organizando de acuerdo a la Resolución de la Asamblea General 64/236⁴²³.

El objetivo de la Conferencia era renovar el compromiso político para el desarrollo sostenible, evaluar los progresos hasta la fecha y aquellos surgidos fruto de las principales cumbres sobre desarrollo sostenible que no han sido implementados; como también, enfrentar nuevos desafíos. Para tal efecto la Conferencia se centrará básicamente en dos temas: 1. una economía verde en el contexto del desarrollo

⁴²⁰ Dentro de los resultados de esta Cumbre Internacional se cuenta la llamada Agenda 21 (*Report of the United Nations Conference on Environmental and Development, A/CONF:151/26* (Vol. I-III), 12 de agosto de 1992); un proyecto de acción global de medio ambiente en el siglo XXI, en el cual se presentan guías de actuación para los diversos integrantes de la comunidad internacional con objetivos para abordar un Plan de Acción del Medio Ambiente Humano. Este documento cuenta con un preámbulo, cuatro secciones y cuarenta capítulos en donde se presenta un panorama sobre la situación del medio ambiente y desarrollo, mostrando las necesidades y prioridades para abordar esta problemática mundial. Asimismo se presentan las bases para la acción, los objetivos, las actividades y los medios para ejecutar las actividades necesarias.

⁴²¹ Convenio sobre la diversidad biológica, Río de Janeiro, 5 de junio de 1992 (31 *ILM* 818, 1993; BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994).

⁴²² CMNUCC, Nueva York, 9 de mayo de 1992 (31 *ILM* 849, 1992; BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994).

⁴²³ Resolución de la Asamblea General (A/RES/64/236), de fecha 30 de marzo de 2010. *Implementation of Agenda 21, the Programme for the Further Implementation of Agenda 21 and the outcomes of the World Summit on Sustainable Development.*

sostenible y la erradicación de la pobreza; y 2. el marco institucional para el desarrollo sostenible.

El proceso de preparación se lleva a cabo de acuerdo a lo acordado en las Resoluciones 64/236 y 65/152⁴²⁴ del Consejo General de Naciones Unidas, y para tales efectos se han decidido celebrar tres reuniones preparatorias, la primera en mayo de 2010, la segunda en marzo de 2011 y la tercera previa a la Conferencia. Asimismo, se ha decidió realizar tres reuniones entre períodos de sesiones las cuales se realizarán: en enero de 2010, a mediados del año de 2010, y la tercera, ocho semanas antes de la Conferencia. El objetivo de estas reuniones preparatorias es debatir cuestiones sustantivas y de procedimientos en la preparación de la Conferencia.

3.2. Principios generales de Derecho internacional del medio ambiente

El Derecho internacional para poder funcionar como un instrumento válido e idóneo dentro de su marco de actuación, debe contar con un orden político internacional⁴²⁵.

Para dar forma y contenido a Derecho internacional, éste cuenta con distintas fuentes, las que en general establecen obligaciones de carácter vinculante, aunque como veremos, existen normas que no lo son pero que favorecen el establecimiento posterior de normas vinculantes.

En este sentido, para referirse a las llamadas fuentes del Derecho internacional necesariamente es común recurrir al Art. 38 del Estatuto de la Corte Internacional de Justicia, que dispone lo siguiente:

⁴²⁴ Resolución de la Asamblea General 65/152, de 20 de diciembre de 2010. Ejecución del Programa 21 y del Plan para su ulterior ejecución, y aplicación de los resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.

⁴²⁵ Vid. CARRILLO SALCEDO, J.A. (1991), *El Derecho Internacional en perspectiva histórica*, Tecnos, Madrid, pp.15-26. Es decir, la cohabitación de entidades políticas que cuenten con una organización, un territorio e independencia, sin subordinación superior. En este sentido, como destaca el autor recordando a la Corte Permanente de Justicia Internacional en su sentencia de 7 de septiembre de 1927: "El Derecho internacional rige la relaciones entre los Estados independientes [...] a fin de regular la coexistencia entre las comunidades independientes o para la prosecución de fines comunes" (*Permanent Court of International Justice*, Serie A, nº 10, p.18). Por su parte, DÍEZ DE VELASCO, M. (2003), pp. 57 y ss. Puntualiza que el Derecho internacional tiene sus orígenes en la Europa del S. XVI, en donde comienza la transformación desde la sociedad medieval a una caracterizada por nuevos reinos que reclaman soberanía sobre territorios e independencia sobre las relaciones internacionales. El Derecho internacional tiene su génesis en le proceso de desintegración de la llamada República Cristiana marcada por la firma de la Paz de Westfalia que culmina con la creación de los Estados modernos, proceso lento y continuo de contracción y secularización del poder político y su irradiación territorial.

“1. La Corte, cuya función es decidir conforme al Derecho internacional las controversias que le sean sometidas, deberá aplicar:

a. las convenciones internacionales, sean generales o particulares, que establecen reglas expresamente reconocidas por los Estados litigantes;

b. la costumbre internacional como prueba de una práctica generalmente aceptada como derecho;

c. los principios generales de derecho reconocidos por las naciones civilizadas;

d. las decisiones judiciales y las doctrinas de los publicistas de mayor competencia de las distintas naciones, como medio auxiliar para la determinación de las reglas de derecho, sin perjuicio de lo dispuesto en el Artículo 59⁴²⁶.

2. La presente disposición no restringe la facultad de la Corte para decidir un litigio ex aequo et bono, si las partes así lo convinieren.”

Ahora bien, el Art. 38.1 ha sido fuente de diversos debates y consideraciones, entre otras por ser calificado como incompleto, ya que incluye a los tratados y la costumbre, dejando fuera los actos unilaterales y aquellos de comportamiento recíproco de los Estado, como asimismo, los actos normativos asumidos por los órganos de Organizaciones internacionales; todos estos elementos considerados por la Jurisprudencia internacional.⁴²⁷

No obstante, la doctrina ha considerado tradicionalmente a este artículo como el catálogo de las fuentes formales del Derecho internacional. Como apuntan JUSTE RUIZ y CASTILLO DAUDÍ⁴²⁸, puede considerarse que dicho artículo y el Estatuto que lo contiene, presenta cierta disposición a enunciar el catálogo de las fuentes del Derecho internacional. También el Estatuto de la Corte Permanente de Justicia Internacional (CPJI), que funcionaba en la época de la Sociedad de Naciones, ya contaba con un Art. 38 que consideraba las mismas fuentes que el actual.

Dentro de estas fuentes encontramos primeramente a los tratados o acuerdos internacionales, actos jurídicos concretos que han sido instrumentos internacionales claves permitiendo la unificación de criterios para la puesta en marcha

⁴²⁶ Art. 59, “La decisión de la Corte no es obligatoria sino para las partes en litigio y respecto del caso que ha sido decidido.”

⁴²⁷ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), p. 168.

⁴²⁸ Vid. JUSTE RUIZ, J.; CASTILLO DAUDÍ, M. (2002), pp. 124-125. Otro factor a considerar es que el “Comité de los Diéz”, grupo encargado de la preparación del Estatuto de CPJI, se inspiró en la práctica internacional al respecto incluída en convenios internacionales y compromisos arbitrales. Asimismo, este mismo comité redactor introdujo al texto contenido en el Estatuto de la CPJI “La Corte, cuya función es decidir conforme al Derecho internacional las controversias que le sean sometidas deberá aplicar...”, lo que hace presumir que las fuentes listadas en el Art. 38 son las fuentes del Derecho internacional.

de acciones a fin de evitar o al menos ralentizar el camino al deterioro irreparable del entorno del Ser Humano. Otra fuente es la costumbre (*opinio juris*) o Derecho consuetudinario⁴²⁹. Asimismo, la jurisprudencia y la doctrina, aunque no son consideradas fuentes formales del derecho, son medios auxiliares para la determinación de la existencia de las normas internacionales.

Dentro del Derecho consuetudinario se pueden destacar dos elementos: por una parte, el que se encuentra relacionado con lo material o la práctica - repetición de actos, acciones u omisiones -, y el segundo, el elemento asociado a la subjetividad u *opinio iuris sive necessitatis* o convicción de obligatoriedad.⁴³⁰

Ahora bien, respecto del Derecho internacional del medio ambiente, y específicamente a la aplicación de normas de carácter consuetudinario, previo a la realización de la Conferencia de Estocolmo de 1972, no podemos considerar su aplicación de modo sustancial, pues la práctica internacional era todavía muy escasa al respecto y como se ha señalado, el Art. 38(b) consagra a la costumbre internacional “como prueba de una práctica generalmente aceptada como derecho”. Pero en el marco de la protección de la atmósfera podemos encontrar un ejemplo de cómo el Derecho consuetudinario, ha resultado esencial para este cometido “más allá de la jurisdicción nacional” y para la protección del medio ambiente de otros Estados o de las áreas comunes, como concluye BOYLE⁴³¹.

En lo que respecta a los “principios generales” el Art. 38.1 (c) del Estatuto del CIJ enuncia “los principios generales de derechos reconocidos por las naciones civilizadas”. Principios que expresan valores jurídicos fundamentales que dan cuenta de un sistema jurídico en particular o en su totalidad, y que a diferencia de las normas no contienen la prescripción de un comportamiento o una conducta exigida, que prohíbe o permite. Es así como la coherencia entre principios y normas darán como

⁴²⁹ Vid. DÍEZ DE VELASCO, M. (2003), pp. 122 y ss.; GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), pp. 193-210.

⁴³⁰ Vid. CIJ Sentencia de fecha 3 de junio de 1985 relativa a la plataforma continental (Jamahiriya árabe Libia/Malta): “la substancia del Derecho internacional consuetudinario debe buscarse en primer lugar en la práctica efectiva y en la *opinio iuris* de los Estados”.

⁴³¹ Vid. BOYLE, A.E., (1991), “International Law and the Protection of the Global Atmosphere: Concepts, Categories and Principles, in CHURCHILL, R.; FREESTONE, D., (1991), *International Law and Global Climate Change*. London: Graham & Trotman, pp. 14-15.

resultado, un ordenamiento jurídico con igual condición.⁴³²

En muchos casos dentro del ámbito internacional no se encuentran presentes en la norma convencional o consuetudinaria, en dicho caso estos actos permanecen en un limbo no siendo ni permitidos ni desautorizados; en estos casos es donde surgen los principios generales como lo que expresa el Juez Herczegh⁴³³ en su Declaración en donde considera la aplicación de los principios hace posible la regulación del comportamiento de los sujetos del Derecho internacional, obligándoles o autorizándoles; a actuar o abstenerse.

Distintas corrientes doctrinales asumen consideraciones diversas sobre los principios generales, una de estas los considera como comunes a los diferentes órdenes jurídicos, corriente doctrinal que presentó una importante oposición de la escuela soviética, que argumenta la dificultad de la existencia de principios comunes en órdenes jurídicos de países con sistemas político-jurídicos distintos. Otra postura sostiene que los principios generales del derecho son propios de un sistema en el cual los principales actores son los Estados soberanos, asumiéndolos como una variedad de normas consuetudinarias, pues no presentan soporte escrito como las de carácter consuetudinario, pero son distintas a la costumbre internacional. Asimismo, existe una corriente doctrinaria que opina que el Art. 38.1(c) está referido a los principios de Derecho natural y la justicia.⁴³⁴

⁴³² LÁZARO CALVO, T., (2005), p. 106. Como indica la autora, en la eventualidad de no existir acuerdos internacionales o normas consuetudinarias en les apoyarse al momento de tomar una decisión se contemplan los Principios como una fuente absolutamente válida. En este sentido ya en el Convenio XII de la Haya en su Art. 7, que instruyó el Tribunal Internacional de presas, lo deja claro al indicar "...si no existieran normas generalmente reconocidas, el Tribunal fallará según los principios generales del derecho y la equidad"; es necesario, destacar que este Tribunal jamás llegó a instituirse, pues no consiguió el número de ratificaciones mínimas.

⁴³³ Declaración del Juez Herczegh dentro de la Opinión Consultiva sobre legalidad de la amenaza o el uso de las armas nucleares, *ICJ* reporte 1996.

⁴³⁴ *Vid.* LÁZARO CALVO, T., (2005), pp. 110-111. Cabe destacar la consideración que realiza respecto de esta última corriente el Juez Tanaka en la sentencia sobre África Sudoccidental, Segunda Fase, *ICJ Reports* 1966, p. 291.

"Como interpretación del Art. 38.1, c), consideramos que el concepto de derechos humanos y de su protección está incluido en los principios generales mencionados en ese capítulo.

Tal interpretación necesariamente estaría abierta a la crítica de caer en el error de dogma del Derecho natural. Pero es innegable que en el Art. 38.1, c) elementos de derecho natural están inherentes. Extiende el concepto de fuente del derecho más allá del límite del positivismo legal de acuerdo con el cual, los Estados están obligados solo por su propia voluntad, el Derecho internacional no es sino el derecho del consentimiento y de la autolimitación del Estado. Pero este punto de vista, creemos, fue claramente derogado por el Art. 38.1, c), por el hecho de que la disposición no requiere el consentimiento de los Estados como condición del reconocimiento de los principios generales... Desde esta clase de fuente del

En lo que atañe al texto del Art. 38.1 (c), GONZÁLEZ CAMPOS, SÁNCHEZ RODRÍGUEZ y ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA⁴³⁵ destacan lo “anacrónico” de la expresión “naciones civilizadas”, remontándose a los trabajos preparatorios del precepto donde se apunta que en el año 1920 esta expresión se refería a los principios aceptados por todos los Estados *in foro domestico*, como señaló Lord Phillimore en el Comité de Juristas. Es decir, principios comunes a los diversos ordenamientos estatales.

En general podemos distinguir dos tipos de principios generales: aquellos comunes a los ordenamientos jurídicos internos de cada Estado, y aquellos específicos del Derecho internacional. En lo que respecta a los primeros, la jurisprudencia los ha calificado como “las reglas comunes a la mayor parte de las legislaciones”⁴³⁶, es decir, aquellos principios proclamados por los Estados *in foro interno*, que fruto del reconocimiento general, han trascendido al ámbito internacional.

En lo que respecta a los principios específicos del Derecho internacional, debido a su naturaleza éstos operan solamente en el marco del Derecho internacional configurando las relaciones de los Estados con otros sujetos de Derecho internacional.⁴³⁷ Ahora bien, como concluyen GONZÁLEZ CAMPOS, SÁNCHEZ RODRÍGUEZ y ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA⁴³⁸ si se analiza la influencia de ambos cuerpos normativos en la jurisprudencia internacional, los principios comunes a los ordenamientos estatales han servido fundamentalmente como una consideración complementaria, en cambio los “principios generales del Derecho internacional” han exhibido un peso mucho mayor, aunque lo que verdaderamente ha prevalecido en la

Derecho internacional puede haberse extendido el fundamento de su validez más allá de la voluntad de los Estados, esto es decir, en la esfera del derecho y asumir un aspecto de su carácter supracacional y suprapositivo”.

⁴³⁵ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), pp. 107-109.

⁴³⁶ Vid. JUSTE RUIZ, J.; CASTILLO DAUDÍ, M. (2002), p. 133. Citando el Laudo de 20 de diciembre de 1896, asunto Fabiani (*apud.* Ch. ROUSSEAU: *Principles généraux du droit international public*, París (Pedone) 1994, pp. 916-917.

⁴³⁷ Vid. JUSTE RUIZ, J.; CASTILLO DAUDÍ, M. (2002), p. 135. Los autores distinguen dentro de estos principios: el principio de independencia de los Estados, de primacía del Derecho internacional por sobre el interno, de identidad o continuidad del Estado, agotamiento de los recursos internos, de prohibición del recursos de la fuerza, de autodeterminación de los pueblos, los principios generales del derecho humanitario.

⁴³⁸ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), pp. 108-109.

jurisprudencia internacional son las normas consuetudinarias o convencionales.⁴³⁹

La doctrina mantiene desiguales apreciaciones en lo que atañe a la determinación de los principios, asignándoles distintas calificaciones y clasificaciones, denominándolas: generales, fundamentales o estructurales. Como apunta JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA⁴⁴⁰, tanto la generalidad como la indeterminación son dos aspectos que evidencian la naturaleza de los principios:

«Principios generales del derecho son por tanto los principios que cumplen, en el seno de todo sistema jurídica, la doble función de fuente normativa en defecto de otras fuentes y la función estructural, o estructurante o vertebrante de dicho sistema».

De este modo, asumiendo que los principios generales del Derecho internacional son propios del mismo, autores como GONZÁLEZ CAMPOS, SÁNCHEZ RODRÍGUEZ y ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA⁴⁴¹ dividen los principios del Derecho internacional en dos grupos: los “generales” y los “estructurales”. Donde en términos generales los primeros «informan un sector del ordenamiento, un grupo particular de normas o una determinada institución jurídica», y los segundos, donde su función fundamental es la de mantener la unidad del ordenamiento jurídico-internacional.

Otra parte de la doctrina realiza una distinción que toma en cuenta la exteriorización y origen o fuente, denominándolos principios formalizados o recogidos en normas convencionales, en normas consuetudinarias o en Resoluciones de organizaciones internacionales. O aquellos que los denominan fundamentales o principios constitucionales.⁴⁴²

Los principios generales pueden provenir de diversas fuentes materiales, las que le otorgan finalmente el valor y fuerza jurídica. Es así como existen principios que provienen del Derecho constitucional, de abstracciones de leyes o reglamentos y otros que derivan de la jurisprudencia o la doctrina, situación que se desarrolla del

⁴³⁹ Vid. KISS, A.CH.; SHELTON, D. (2004), pp. 86 y ss. En el ámbito específicamente medioambiental, la dificultad de extraer principios de la enorme cantidad de normas ambientales es un trabajo extremadamente difícil. Ahora bien, la generación de los principios dentro del Derecho internacional del medio ambiente ha tenido diversas fuentes, generándose algunos desde el entorno local, nacional o regional; o bien desde los acuerdos internacionales hacia las normas nacionales o locales.

⁴⁴⁰ Vid. JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA, P. (2001), pp. 39-41.

⁴⁴¹ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), pp. 107 y ss.

⁴⁴² Vid. JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA, P. (2001), pp. 39-41.

mismo modo dentro del marco del Derecho ambiental.⁴⁴³

Como puntualiza JUSTE RUIZ⁴⁴⁴,

«Aunque son numerosos los autores que han tratado de definir los principios fundamentales del Derecho internacional del medio ambiente, hay que comenzar por reconocer que éste no es un tema que pueda considerarse resuelto, pese a su crucial importancia. Ni siquiera está suficientemente claro cuál es la naturaleza real de estos principios fundamentales, ya que los textos se refieren con el término “principios” tanto a postulados filosóficos o científicos como a orientaciones de carácter más bien político, sin excluir en muchos casos su empleo en un sentido más propiamente jurídico o normativo».

Manteniendo la distinción entre principios generales y principios estructurales del Derecho internacional del medio ambiente, primeramente recurriremos a algunos autores para identificar aquellos principios generales comúnmente reconocidos, acción que llevaremos a cabo posteriormente, con la identificación de los principios estructurales.

Al respecto, JUSTE RUIZ⁴⁴⁵ prefiere denominarlos «principios fundamentales del Derecho internacional del medio ambiente» y distingue cinco: el principio de cooperación internacional para la protección del medio ambiente, principio de prevención del daño transfronterizo, principio de responsabilidad y reparación de daños ambientales, principios de impacto ambiental, de precaución y de “quien contamina paga”, y el principio de participación ciudadana.

Por su parte PASTOR RIDRUEJO⁴⁴⁶, también opta por distinguir cinco principios generales: la soberanía de los Estados sobre sus recursos naturales y la obligación de no causar daños al medio ambiente, el desarrollo sostenible, la buena vecindad y la obligación de cooperar, el deber de prevención y el deber de reparar.

El profesor PAOLILLO⁴⁴⁷ asume como punto de partida

«los principios más importantes de naturaleza consuetudinaria», los denomina indistintamente «principios», «derechos», «obligaciones» o «acciones», y distingue diez: «a) el principio de la buena fe y de la cooperación internacional; b) el derecho e los Estados sobre sus recursos naturales y el deber de impedir que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas fuera de los límites de la jurisdicción nacional; c) la acción preventiva; d) el desarrollo sostenible; e) el

⁴⁴³ Vid. LAGO CANDEIRA, A. (2006), “Principios Generales de Derecho Ambiental”, en ALONSO GARCÍA, E.; LOZANO CUTANDA, B. (Directores) (2006), *Diccionario de Derecho Ambiental*, Madrid: Iustel, p. 985.

⁴⁴⁴ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), pp. 69-86.

⁴⁴⁵ *Ibidem*.

⁴⁴⁶ Vid. PASTOR RIDRUEJO J.A. (2010), pp. 454-458.

⁴⁴⁷ Vid. PAOLILLO, F.H. (1998), pp. 367-374.

principio de la equidad intergeneracional; f) el principio precautorio o de precaución; g) el principio «el contaminador paga» (polluter pays); h) la responsabilidad común y diferenciada; i) la obligación de notificar a los Estados toda situación o accidente que pueda afectar adversamente el medio ambiente; j) el principio del Derecho internacional del medio ambiente en épocas de conflicto armado»

MARIÑO MENÉNDEZ⁴⁴⁸, considera que por sobre los principios generales existe un “principio fundamental”, el principio jurídico tradicional “*sic utere tuo ut alienum non laedas*”, es decir, que los Estados deben actuar de tal modo de no causar daños “apreciables” “medioambientales u otros” a otros Estados. Ahora bien, los “principios generales” serán aquellos se que imponen a los Estados, obligaciones dirigidas a prevenir la producción de daños ambientales; así también, existe otros principios, los que denomina como «principios relevantes» destacando el principio de cautela o precaución.

Por otra parte, dentro del Derecho internacional del medio ambiente, existen principios que son integrados en los acuerdos o tratados internacionales, y que como veremos muchos de estos han surgido precisamente de las dos conferencias internacionales más importantes realizados hasta la fecha, Estocolmo 1972 y Río de Janeiro 1992.

Al respecto cabe detenerse brevemente en el trabajo de la *International Law Association* (ILA), la cual formó dos comités de estudio: el primero denominado *Legal Aspects of Sustainable Development*⁴⁴⁹ el que abordó los principios que derivan del desarrollo sustentable y que entregó su informe final en la “*Conference of Legal Aspects of Sustainable Development*”, desarrollada en New Delhi en el año 2002 (Resolución 2002/3)⁴⁵⁰.

⁴⁴⁸ Vid. MARIÑO MENÉNDEZ, F. (2003), Capítulo XXXI: La protección del medio ambiente: régimen general, en DÍEZ DE VELASCO, M. (2003), pp. 683-691.

⁴⁴⁹ Este Comité fue creado en la conferencia de la ILA del Cairo de 1992, para dar seguimiento al Comité sobre los aspectos jurídicos de un Nuevo Orden Económico Internacional, que culminó su trabajo con la Declaración de Seúl de 1986, sobre el desarrollo progresivo de “Principios de Derecho Internacional público en relación con un nuevo orden económico internacional”, declaración que fue fruto de numerosos trabajos y estudios, con la posterior utilización por organismos internacionales como Naciones Unidas y en decisiones de la Reclamaciones internacionales. La ILA luego de la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el desarrollo, decidió constituir un nuevo comité encargado de identificar y elucidar los principios, normas y reglas del Derecho internacional, existentes y emergentes de los acuerdos recientes, los que podrían constituir el marco normativo para el desarrollo sostenible.

⁴⁵⁰ Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 22.16.2010. <http://www.ila-hq.org/en/committees/index.cfm/cid/25>

Algunas de las conclusiones emanadas del comité encargado de revisar *Legal Aspects of Sustainable Development* dan cuenta del importante legado en materia de Derecho internacional medioambiental por parte de la Conferencia de Río 1992 no siendo de la misma envergadura en el campo político y del Derecho internacional. Notando cierto abandono en el desarrollo evolutivo de la normativa internacional en el campo del desarrollo sostenible. Pero que sin embargo, sigue enfrentándose a difíciles retos como el acercamiento a la economía de mercado dominante y la adopción de nuevas directrices como consecuencia del mayor énfasis en derechos humanos, conservación ambiental y la buena gobernanza.

Asimismo, reconoce la necesidad de seguir desarrollando el Derecho internacional en el ámbito del desarrollo sostenible, con el objetivo de alcanzar un Derecho internacional equilibrado y amplio, como se pide en el Principio 27 de la Declaración de Río y el Capítulo 39 del Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, así como en las diversas resoluciones sobre los aspectos jurídicos del desarrollo sostenible de la ILA.

Ahora bien, en lo que concierne a su labor específica respecto de los principios, el Comité identifica siete principios⁴⁵¹, algunos de estos ya reconocidos y/o ampliados, y otros que han surgido fruto del análisis y estudio.

Posteriormente y tomando como base los resultados de este comité, en mayo de 2003 se crea el Comité denominado *International Committee on International Law on Sustainable Development*, cuyo primer reporte se realizó en la Conferencia de la ILA de Berlín en 2004⁴⁵² focalizando el trabajo del segundo reporte en el principio de integración como componente principal del desarrollo sostenible⁴⁵³.

⁴⁵¹ Vid. *international law association* Resolution 3/2002, Annex as published as UN Doc. A/57/329. Sustainable development New Delhi Declaration of Principles of International Law Relating to Sustainable Development. Estos principios son: el deber de los Estados para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales; el principio de la equidad y la erradicación de la pobreza; el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas; el principio del enfoque precautorio para la salud humana, recursos naturales y los ecosistemas; el principio de participación pública y acceso a la información ya la justicia; el principio de buena gobernanza; el principio de integración e interrelación, en particular en relación con los derechos humanos y los objetivos sociales, económicos y ambientales.

⁴⁵² El objetivo del Comité es estudiar la situación jurídica y la aplicación legal del desarrollo sostenible. Mediante un mandato del Comité que hace especial énfasis a los Principios de la ILA de Nueva Delhi (Doc. ONU. A/57/329), así como la evaluación de la práctica de los Estados y organizaciones internacionales en este ámbito.

⁴⁵³ El segundo reporte se realiza en la Conferencia de la ILA de Toronto en 2006, cumple con los acuerdos tomados en Berlín 2004 y se plantea para el futuro tomar distintas acciones conducentes a

Por último, el cuarto reporte fue presentado en la Conferencia de la ILA de Derecho internacional sobre desarrollo sustentable realizada en La Haya en 2010⁴⁵⁴, y en lo que respecta a los preparativos para el informe final, que se entregará en la Conferencia de Sofía en 2012, se presenta un resumen del programa de trabajo del Comité durante los próximos dos años anteriores a la aprobación de su informe final en 2012. El propósito del informe final es poner de relieve la creciente importancia del desarrollo sostenible y los principios relacionados con los procesos de razonamiento de los tribunales y cortes internacionales.

Por su parte el segundo Comité creado para el estudio de principios por la ILA denominado *The Legal Principles relating to Climate Change*⁴⁵⁵, entregó su primer reporte en *The Hague Conference of Legal Principles Relating to Climate Change* en 2010⁴⁵⁶. Su objetivo “está destinado a complementar y no duplicar la labor de otros comités de la ILA”.⁴⁵⁷

El Comité parte su revisión recordando que tanto en la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre cambio climático, como en el Protocolo de Kyoto

profundizar en el principio de integración y el desarrollo sostenible. El tercer reporte se entrega en la Conferencia de la ILA de Río de Janeiro del 2008, donde se expone que el desarrollo sostenible es un concepto profundamente integrado que afecta a diversas cuestiones, que van desde el cambio climático a la inversión internacional, y los vínculos entre tales problemáticas se están transformando cada vez más complejas y mezcladas. Asimismo, persiste la falta de suficiente voluntad política para generar las respuestas necesarias con la suficiente rapidez; falta lograr mayor consenso mundial sobre muchos de los problemas. Además destaca que esta política disminuye la capacidad del Derecho internacional para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas.

⁴⁵⁴ Este informe está dividido en tres partes. Donde en una de ellas, expresa su convencimiento de que las cuestiones de desarrollo sostenible a nivel mundial y regional no deben ser determinadas por cuestiones puramente económicas y políticas, sino por las reglas que rigen en el Derecho internacional, incluidos los principios establecidos en el año 2002 la Declaración de la ILA de Nueva Delhi de los principios del Derecho internacional relativo al desarrollo sostenible.

⁴⁵⁵ El Comité de la ILA sobre los principios jurídicos relacionados con el Cambio Climático establecido por el Órgano Ejecutivo de la ILA en noviembre de 2008 en respuesta a una propuesta por Japón Septiembre de 2008. Japón presentó un documento en julio de 2009, que sirvió de base para la discusión entre los miembros del Comité. El primer informe que se presentó en la Conferencia de la ILA de La Haya de agosto 2010, y se basa en el documento de Japón, así como la amplia gama de comentarios estructurales y de fondo que los miembros del Comité se ofreció en respuesta al documento japonés. El segundo informe del Comité Internacional que se presentará a la Conferencia de 2012 Sofía será un informe de fondo frente a determinadas cuestiones jurídicas relativas a la régimen de cambio climático. El tercer informe [Final] de la Comisión prevé presentar a la Conferencia de la ILA en Kyoto en 2014.

⁴⁵⁶ Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 18.10.2010, <http://www.ila-hq.org/en/committees/index.cfm/cid/1029>

⁴⁵⁷ Cabe destacar si bien el mandato del Comité del cambio climático se limita a las cuestiones jurídicas que surgen al tratar de abordar el cambio climático y sus impactos, podría tocar algunos conceptos legales y/o principios considerados por otros comités, su enfoque principal y el objetivo será el cambio climático.

aprecian el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas con respecto a las capacidades de las parte, constituyéndose dentro de los cimientos del funcionamiento de este régimen medioambiental⁴⁵⁸. Tanto la CMNUCC, como también el Protocolo de Kyoto producto de la ejecución del Mandato de Berlín⁴⁵⁹, establecen principios rectores como soporte y marco de actuación entre las Partes.

En el primer Reporte del Comité, se logra extraer un listado de principios y/o conceptos legales claves en el régimen de cambio climático: i) El principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y capacidades respectivas; ii) el principio de equidad; iii) el principio de precaución; iv) el principio de desarrollo sostenible; v) el principio de buena fe; además incluye: el principio el contamina paga; el principio derecho soberano de un Estado para explotar nuestros recursos naturales y la prohibición de causar daño transfronterizo; el principio de acuerdo con la prioridad a la situación y necesidades especiales de los países en desarrollo.

Estos principios listados por el Comité, debieran proporcionar orientación sobre la aplicación de cualquier nuevo instrumento que pudiera surgir de las negociaciones en el marco del cambio climático. Ahora bien, cabe destacar que existen diversas opiniones entre los estudiosos del Derecho internacional, incluso sobre el concepto "principio": su naturaleza, las funciones que realizan, y su utilidad analítica. De hecho, algunos miembros del Comité expresaron la opinión de que como punto de partida, el Comité debe plantear un debate de fondo sobre este concepto su naturaleza y las funciones dentro del Derecho ambiental internacional, y en el régimen

⁴⁵⁸ CMNUCC, Nueva York, 9 de mayo de 1992 (31 *ILM*. 849, 1992; BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994), art. 3, the climate change regime is widely considered to be the *"clearest attempt to transform, activate and operationalize common but differentiated responsibility from a legal concept into a policy instrument."*

(Art. 3.1 "Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos."

⁴⁵⁹ En la Primera Reunión de las Partes de la CMNUCC realizada en Berlín entre el 28 de marzo y el 7 de abril de 1995. (CdP-1), se estableció el llamado Grupo Especial del Mandato de Berlín, mediante la decisión FCCC/CP/1995/7/Add.1 / Decisión 1/CP.1. El Mandato de Berlín: examen de la adecuación del Art. 4, el párrafo 2 (a) y (b) de la Convención. En esta decisión, conocida como el "Mandato de Berlín", la Conferencia de las Partes acordaron iniciar un proceso de fortalecimiento de los compromisos por parte de los países industrializados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero después del año 2000 mediante la adopción de un protocolo u otro instrumento jurídico, el que posteriormente se conocería como Protocolo de Kyoto.

de cambio climático en particular, “evitando los madrugados debates de siempre”⁴⁶⁰.

Por otra parte, cabe destacar que la Unión Europea cuenta con principios generales en los que se basa la política de medio ambiente enumerados dentro del Art. 191.2 TFUE (anterior Art. 174.2 TCE). Conforme a este precepto la política ambiental de la Unión Europea “se basará en los principios de cautela y de acción preventiva, en el principio de corrección de los atentados al medio ambiente, preferentemente en la fuente misma, y en el principio de “quien contamina paga”⁴⁶¹.

Cabe destacar al principio de integración, inicialmente incorporado por la Unión Europea, como componente medioambiental a todas las políticas con efectos negativos sobre el entorno, para mejorar estas políticas de protección del medio ambiente a nivel comunitario. Con posterioridad, este mismo principio se ha vinculado a la estrategia europea de desarrollo sostenible, que propugna la compatibilidad entre crecimiento económico, conservación del medio físico y bienestar social..

En el siguiente apartado detallaremos algunos estos principios generales aplicados por el Derecho internacional del medio ambiente, aquellos que consideramos más importantes y que se encuentran particularmente presentes en gran parte de los acuerdos internacionales dirigidos a la protección y preservación del medio ambiente.

3.2.1. Principio de no causar daño ambiental transfronterizo

El principio de prevención o de acción preventiva de la contaminación y el principio de no causar daño ambiental transfronterizo son, para una parte de la doctrina, un solo principio; es el caso de autores como JUSTE RUIZ⁴⁶². Respecto de la

⁴⁶⁰ Primer informe que se presentó en la Conferencia de la ILA de La Haya de agosto 2010. Aunque si bien un miembro del Comité fue de la opinión de que tal debate de fondo no era necesaria, sobre todo en el contexto del Art. 3 de la CMNUFCC. (Comentario del miembro Canal-Forgues).

⁴⁶¹ El Principio cautela y acción preventiva pretende que en caso de indicios claros de la existencia un problema medioambiental, se tomen medidas cautelares aunque no se cuente con confirmación científica completa; dicho de otro modo, se pretende evitar cualquier forma de contaminación o de deterioro. Por su parte el principio de corrección de los atentados al medio ambiente en la fuente misma de su producción implica la aplicación de manera inmediata de soluciones, de manera de neutralizar al máximo los efectos. Por último, el principio de quien contamina paga, consistente en determinar las actuaciones degradantes al medio ambiente susceptibles de constituir hechos que den lugar a responsabilidad, asimismo se establece un procedimiento para identificar las infracciones, con los objetivos de reparar y que en última instancia logre identificar a personas físicas o jurídicas a quienes la infracción sea imputable.

⁴⁶² Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 72.

prohibición de causar daño ambiental transfronterizo señala «El principio se desglosa en dos componentes que algunos autores proponen mantener separados. Son, por una parte, la idea de prevención del daño ambiental *in genere* y, por otra lado, la obligación específica de no causar daño ambiental transfronterizo.»

Como apunta MARIÑO MENÉNDEZ,⁴⁶³

«Este principio procede del Derecho Internacional de la vecindad, al ser aplicado en materia ambiental ha ampliado su contenido prohibiendo los actos de contaminación transfronteriza cuando causen daños “apreciables”, no solo a terceros Estados, sino más en general a áreas “comunes” situadas más allá de toda jurisdicción nacional. Se trata, en este caso, de una obligación frente a la comunidad internacional en cuanto tal».

Por su parte JUSTE RUÍZ⁴⁶⁴ considera que el principio de prevención del daño ambiental transfronterizo, tiene su origen en antiguas resoluciones arbitrales, por una parte de un modo más relevante y directo por la ya citada sentencia de la Fundición de Trail de 1941⁴⁶⁵

“ [...] Según los principios del Derecho Internacional, [...], ningún Estado tiene derecho a utilizar o permitir el uso de su territorio de tal forma que cause daño por humos en o al territorio de otro o a las propiedades o personas que se encuentren en él, cuando el asunto es de consecuencia seria y el daño se establece por prueba clara y convincente”;

Este principio estructural del Derecho internacional del medio ambiente es uno de los más importantes: no basta con reparar; se debe prevenir. La doctrina del Tribunal Internacional de Justicia se ha pronunciado en su sentencia de 9 de abril de 1949 (Cuestión de fondo) en el Asunto Relativo al Canal de Corfú⁴⁶⁶, señaló que todo Estado “tiene la obligación” de “no permitir que se utilice su territorio para fines contrarios a los derechos de los otros Estados”⁴⁶⁷; o en su sentencia de 25 de

⁴⁶³ Vid. MARIÑO MENÉNDEZ, F.M. (2003), pp. 683-684.

⁴⁶⁴ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 72; De igual modo WOLFRUM, R. (2000), pp.28-29; la relaciona esencialmente al Derecho internacional consuetudinario; apuntando asimismo, los conflictos que con el concepto de soberanía de los Estados presenta.

⁴⁶⁵ Vid. Trail Smelter (USA/CANADA). Entre 16 de abril de 1838 y el 11 de marzo de 1941. *Recording Industry Association of America*, Vol. III, p. 1965.

⁴⁶⁶ *TIJ*, Caso del Estrecho de Corfu (UK/Albania), Sentencia de 9 de abril de 1949, *TIJ Recueil*, 1949, p.18 y ss. En la se cual establece la obligación de informar en base a “elementales consideraciones de humanidad”.

⁴⁶⁷ *TIJ Recueil* 1949, p. 22.

septiembre de 1997 sobre el asunto relativa a Gabčíkovo-Nagymaros⁴⁶⁸. Para LÁZARO CALVO⁴⁶⁹ estas Sentencias son muestra del “germen” para posteriores normas consuetudinarias en Derecho internacional.

Como recuerda JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA⁴⁷⁰ los trabajos de la Comisión de Derecho internacional dirigidos a la codificación de los daños por riesgos también denominados «por las consecuencias perjudiciales de actos no prohibidos por el Derecho internacional» pueden ser considerados las bases de este principio. Fue el Art. 3 del Proyecto de artículos sobre prevención de daños transfronterizos causados por actividades peligrosas el que consagró *expressis verbis* a la prevención, “El Estado de origen adoptará todas las medidas apropiadas para prevenir un daño transfronterizo sensible o, en todo caso, minimizar el riesgo de causarlo.” En definitiva el objetivo de este principio es «evitar que el daño pueda llegar a producirse, para lo cual se deben adoptar medidas preventivas, es decir, se impone una acción de prevención».

Este principio - la obligación de no causar daño ambiental transfronterizo - está plasmado en el Principio 21 de la Declaración de Estocolmo.

“De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y con los principios del Derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental, y la obligación de asegurarse de que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio ambiente de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.”

Este texto correspondiente al principio 21 ha sido incluido en numerosos instrumentos internacionales, como la Carta de Derechos y Deberes Económicos de los Estados⁴⁷¹, en el Preámbulo del Convenio de Ginebra de 1979 sobre Contaminación Transfronteriza donde se enfatiza que este principio expresa una “convicción común”,

⁴⁶⁸ “Dans le domaine de la protection de l’environnement, la vigilance et la prévention s’imposent en raison du caractère souvent irréversible des dommages causés à l’environnement et des limites inhérentes aux mécanismes mêmes des réparation de ce type de dommage [...]”.

⁴⁶⁹ Vid. LÁZARO CALVO, T. (2005), pp. 98-105.

⁴⁷⁰ Vid. JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA, P. (2001), pp. 61-62. La autora cita el Art. 3 de *Proyecto de artículos sobre prevención de daños transfronterizos causados por actividades peligrosas* aprobado por la Comisión de Derecho internacional en agosto de 1998, que forma parte del *Informe de la Comisión de Derecho internacional sobre la labor realizada en su 50º período de sesiones. 20 de abril a 12 de junio de 1998. Asamblea General. Documentos Oficiales. Quincuagésimo tercer período de sesiones. Suplemento nº 10 (A/53/10)*, Naciones Unidas, Nueva York, 1998. Art. 3 Prevención “Los Estados adoptaran todas las medidas apropiadas para prevenir y minimizar el riesgo de causar un daño transfronterizo sensible”.

⁴⁷¹ Vid. Carta de derechos y deberes económicos de los Estados [Res. 3281 (XXIX), art. 30].

o en el Preámbulo de la Convención de Viena para la protección de la capa de ozono de 1985, entre otros.

Cabe destacar que el principio de prevención se encuentra altamente influenciado por el Principio 21 de la Declaración de Estocolmo, del mismo modo que el “principio de no causar daño ambiental transfronterizo” pero es importante mantener las necesarias diferencias entre ambos. Y en este sentido como apunta SAND⁴⁷² ambos principios generales surgen de distinta base teórica; es así como el “principio de no causar daño ambiental transfronterizo” procede del principio de soberanía⁴⁷³, y el principio de prevención presenta como objetivo fundamental el disminuir al máximo el daño medioambiental, daño que no necesariamente debe proceder de otro Estado.

Por su parte LÁZARO CALVO⁴⁷⁴ considera uno al primero una aplicación específica del segundo, esto es al “principio de no causar daño ambiental transfronterizo”, una aplicación del principio de prevención en el ámbito transfronterizo; más aún si tomamos en cuenta que para la autora el principio de prevención puede ser considerado como la “columna vertebral” del Derecho internacional del medio ambiente.

Si revisamos el principio 2 de la Declaración de Río este señala:

“De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del Derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional.”

⁴⁷² Vid. SAND, P.H. (2003), pp. 235-249.

⁴⁷³ *Ibidem*. En el contexto del Derecho internacional los Estados existen dos premisas básicas y fundamentales la soberanía y la responsabilidad. El principio viene a señalar que los Estados tienen derechos soberanos sobre sus recursos naturales, principio de tiene su antecedente en el antiguo principio de soberanía territorial, la Asamblea General de las Naciones Unidas lo impulsó en la Declaración sobre la Soberanía Permanente sobre los Recursos Naturales, Resolución AG 1803 (XVII) (14/12/1962) y en la Declaración del derecho al desarrollo, resolución 41/128 (4/12/1986) de la Asamblea General., al declarar, *inter alia*, que el derecho de los pueblos y naciones a la soberanía permanente sobre sus recursos naturales y riquezas debe ejercerse siempre en interés del desarrollo y del bienestar de los habitantes del país.

⁴⁷⁴ Vid. LÁZARO CALVO, T. (2005), p. 255. Para la autora el principio de prevención se presenta dentro del marco de las normas consuetudinarias pues surge de la idea de la prevención del daño ambiental a un Estado que no es el causante de la incidencia contaminante.

El concepto de soberanía⁴⁷⁵ no es absoluto y está sujeto a una obligación general de no causar daño al medio ambiente de otros países o a zonas más allá de la jurisdicción nacional.

En la misma línea, el *TIJ* ha señalado⁴⁷⁶

“La existencia de la obligación general de los Estados de asegurar que las actividades dentro de su jurisdicción o control respeten el medio ambiente de otros Estados o de áreas más allá del control nacional forma ahora parte del *corpus* del Derecho internacional relativo al medio ambiente”.

Cada Estado debe evitar daños ambientales transfronterizos. Un Estado está obligado a prevenir daños dentro de su propia jurisdicción, y por consiguiente, prevenir que estos puedan tener alguna afectación sobre otros. El Principio 12 exhorta a los Estados a conseguir un consenso internacional, siempre que sea posible, para tratar los problemas ambientales transfronterizos y de envergadura mundial.

En este sentido, WOLFRUM⁴⁷⁷ señala que el principio de la prohibición de la contaminación transfronteriza tiene una serie de consecuencias jurídicas. Implica la responsabilidad del Estado por los daños graves causados lo que introduce un elemento de precaución. El deber de prevención generalmente se relaciona al estándar de diligencia debida. Por lo general, la norma es más estricta cuando se trata de actividades consideradas de forma específica e inherentemente peligrosas, peligrosas o extremadamente peligrosas. Cabe destacar que la utilización de estos estándares estará vinculada al desarrollo tecnológico existente en cada Estado.

En relación con la responsabilidad, como apunta LÁZARO CALVO⁴⁷⁸ no se

⁴⁷⁵ Algunos ejemplos de acuerdos o tratados en donde el principio de soberanía sobre los recursos naturales ha sido reafirmado: Convenio para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural, 16 de noviembre de 1972, Art. 15, 11 *ILM*. 1358, 1363; Convención sobre Diversidad Biológica, hecha en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992 (*ILM* 818); (BOE núm. 27, de 1 de febrero de 1994), principios 2, 31 Convenio sobre la Conservación de la Fauna y la Flora en Estado Natural, del 8 de noviembre de 1933, Art. 9(6), 172 LNTS 241; Convenio sobre la conservación de las zonas húmedas de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, hecho en Ramsar el 2 de febrero de 1971 (BOE núm. 199, de 20 de agosto de 1982) (Convenio de Ramsar), Art. 2(3); Convenio Internacional sobre las Maderas Tropicales, 18 de noviembre de 1983, (DO L 262 de 9.10.2007, p. 8/26), Art. 1, documento de la ONU TD/TIMBER/11 Rev. 1 (1984); Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos de 22 de marzo de 1989 (BOE núm. 227, de 22 de septiembre de 1994), Art. 12, 28; Cumbre de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo; CMNUCC, Nueva York, 9 de mayo de 1992 (31 *ILM*. 849, 1992); (BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994), Art. 14, 31.

⁴⁷⁶ *TIJ* sobre “Licitud de la amenaza o de la utilización de armas nucleares”. Dictamen de 8 de julio de 1996. (*ILM*., 1996: pár. 29).

⁴⁷⁷ *Vid.* WOLFRUM, R. (2000), p.30.

⁴⁷⁸ *Vid.* LÁZARO CALVO, T. (2005), p. 299.

aprecia una evolución desde Estocolmo a Río en este sentido, pues el Principio 13 de Río únicamente insta a los Estados a

« [...] desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respecto de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales. Los Estados deberán cooperar asimismo de manera expedita y más decidida en la elaboración de nuevas leyes internacionales sobre responsabilidad e indemnización [...] »,

muy semejante respecto a lo que señala el Principio 22 de Estocolmo en donde indica que los Estados:

“ [...]deben cooperar para continuar desarrollando el Derecho internacional en lo que se refiere a la responsabilidad y a la indemnización a las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales que las actividades realizadas dentro de la jurisdicción o bajo el control de tales Estados causen a zonas situadas fuera de su jurisdicción.”

Por último cabe poner en relieve la importancia de la cooperación internacional y la necesidad de acuerdos internacionales que involucran a este principio, el que no se puede entender sin la existencia de estas bases de acuerdos. Como apunta WOLFRUM⁴⁷⁹ se requiere asimismo la obligación de comunicar cualquier daño inminente. Esta cooperación que está prevista en la gran mayoría de los tratados internacionales es indispensable para realizar una gestión satisfactoria de los riesgos transfronterizos de todo tipo, importancia y distancia de alcance.

3.2.2. Principios de buena vecindad y de cooperación internacional para la protección del medio ambiente

Sin lugar a dudas este principio presenta una lógica jurídica que supera cualquier cuestionamiento. En la Carta de Naciones Unidas de 1945 en su Art. 1.3 se expresa claramente como un propósito de la Organización, el de:

“Realizar la cooperación internacional en la solución de problemas

⁴⁷⁹ Vid. WOLFRUM, R. (2000), pp.30-32. Como destaca el autor la eficacia de las normas internacionales sobre la prohibición de los daños ambientales transfronterizos depende de la eficacia de los medios para garantizar el cumplimiento y observancia de las mismas. Las normas pueden ser aplicadas por las reclamaciones interestatales basadas en el régimen de responsabilidad del Estado que utilizan los mecanismos internacionales de solución de controversias que contempla un Art. 33 de la Carta de las Naciones Unidas. Esto no sólo significa el recurso a la adjudicación internacional, que es la excepción y no la regla, sino también que el Estado puede utilizar los medios diplomáticos para presionar y negociar demandas de solución. Además, si los daños ambientales transfronterizos se producen como resultado del incumplimiento de un tratado internacional, el Estado lesionado puede tener derecho también a dar por terminada o suspender el tratado en relación a la violación del contenido, según lo dispuesto por el Art. 60 del Convenio de Viena sobre el derecho de tratados.

internacionales de carácter económico, social, cultural o humanitario, y en el desarrollo y estímulo del respeto a los derechos humanos y a las libertades fundamentales de todos, sin hacer distinción por motivos de raza, sexo, idioma o religión.”

Y si profundizamos aún más esta Carta el Capítulo IX sobre Cooperación Internacional Económica y Social en su Art. 55.b. señala “La solución de problemas internacionales de carácter económico, social y sanitario, y de otros problemas conexos; y la cooperación internacional en el orden cultural y educativo;” lo que, en la práctica, se ha hecho extensible al medio ambiente.

Su formulación como principio se consolida con la Resolución 2625 (XXV) de la Asamblea General de Naciones Unidas, de 24 de octubre de 1970, que contiene la “Declaración relativa a los principios de Derecho internacional referentes a las relaciones de amistad y a la cooperación entre los Estados de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas”, que establece que:

“Los Estados tienen el deber de cooperar entre sí, independientemente de las diferencias en sus sistemas políticos, económicos y sociales, en las diversas esferas de las relaciones internacionales, a fin de mantener la paz y la seguridad internacionales y de promover la estabilidad y el progreso de la economía mundial, el bienestar general de las naciones y la cooperación internacional libre de toda discriminación basada en esas diferencias.”

Por su parte, trasladado al ámbito ambiental, la Declaración de Estocolmo de 1972 sobre medio ambiente humano en su principio 24 expresa:

“Todos los países, grandes o pequeños, deben ocuparse con espíritu de cooperación y en pie de igualdad de las cuestiones internacionales relativas a la protección y mejoramiento del medio ambiente. Es indispensable cooperar, mediante acuerdos multilaterales o bilaterales o por otros medios apropiados, para controlar, evitar, reducir y eliminar eficazmente los efectos perjudiciales que las actividades que se realicen en cualquier esfera puedan tener para el medio ambiente, teniendo en cuenta debidamente la soberanía y los intereses de todos los Estados.”

Asimismo, el principio se recoge, entre otros textos, en la Resolución 3129 de la Asamblea General de Naciones Unidas de 1973⁴⁸⁰ y en los principios del PNUMA de 1978 sobre cooperación ambiental relativa a los recursos naturales compartidos entre dos o más Estados⁴⁸¹.

⁴⁸⁰ Resolución sobre cooperación en el campo de los concerniente a los recursos naturales entre dos o más Estados. Resolución AG 3129 de 13 de diciembre de 1973. Doc. A/RES/3129 (1973).

⁴⁸¹ Principios del PNUMA de 1978 sobre cooperación ambiental relativa a los recursos naturales compartidos entre dos o más Estados UNEP, Decisión 6/14, 19 de mayo de 1978.

Inscribiéndose posteriormente la Declaración de Río dentro del mismo contexto de cooperación que en su Principio 7 anota: “Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra [...] ”, reafirmando en su último Principio 27 lo siguiente, “Los Estados y las personas deberán cooperar de buena fe y con espíritu de solidaridad en la aplicación de los principios consagrados en esta Declaración y en el ulterior desarrollo del Derecho internacional en la esfera del desarrollo sostenible.”

Este principio⁴⁸² también lo encontramos, por ejemplo, en la Sentencia de fecha 25 de septiembre de 1997, relativa al asunto Gabčíkovo-Nagymaros, que en su conclusión señala: “ [...] las Partes deben encontrar una solución satisfactoria en lo que respecta al volumen de agua a verter en el antigua cause del Danubio y en los brazos situados en ambos lados del río”.⁴⁸³

Este principio de cooperación y en definitiva de buena vecindad, como vemos, se ha plasmado en normas de carácter internacional, en donde se reconoce el deber que tienen los Estados de cooperar en materias medioambientales, implicando además la necesidad de un intercambio fluido de información y consulta respecto de actividades que pudieran ser perjudiciales. En este sentido, en lo respecta a la información y notificación, el Principio 19 de la Declaración de Río expresa que

“Los Estados deberán proporcionar la información pertinente y notificar previamente y en forma oportuna a los Estados que posiblemente resulten afectados por actividades que puedan tener considerables efectos ambientales transfronterizos adversos, y deberán celebrar consultas con esos Estados en una fecha temprana y de buena fe.”⁴⁸⁴

⁴⁸² Este principio lo podemos encontrar en dos importantes acuerdos internacionales: el Art. 197 de la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 10 de diciembre de 1922 (BOE núm. 39, de 14.02.1997), y el Art. 5. del Convenio sobre la diversidad biológica, Río de Janeiro, de 5 de junio de 1992 (BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994).

⁴⁸³ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 70. Respecto de la *STJ Recueil*, 1997, par. 140.

⁴⁸⁴ Declaración de Río Principio 19; Normas de Montreal sobre Derecho internacional aplicables a la contaminación transfronteriza, septiembre 1982, Informe de la sexagésima conferencia de la comisión de Derecho internacional 1-3; Convenio de Naciones Unidas sobre la conservación de recursos naturales compartidos, Principio 6; Derechos del Mar, Art. 206. Como parte del requisito de notificación, se pueden establecer disposiciones especiales para proteger la revelación de información. Véase, por ejemplo, la Recomendación sobre los principios relacionados con la contaminación transfronteriza de la organización para la cooperación y desarrollo económicos, del 14 de noviembre de 1974, Anexo 14 *ILM* 242; Decisión del Consejo de la Administración del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente: Directrices de Londres para el Intercambio de Información acerca de productos químicos de comercio internacional, mayo 1989, Art. 11.

3.2.3. Principio de prevención

La prevención desde un punto de vista netamente epistemológico la podemos entender como una acción que se sitúa previo a un estadio destinado a la curación o restablecimiento de las condiciones iniciales. De este modo el principio de prevención lo podemos entender como un principio que intenta desarrollar una(s) acción(es) o mecanismo(s) destinado(s) a evitar cualquier daño que pueda producirse.

El principio de prevención se basa en la idea de “diligencia debida” de los sujetos de Derecho internacional, esto es, en la obligación de vigilancia y adopción de previsiones en relación a los bienes y personas bajo su jurisdicción, con el fin de cerciorarse que, en condiciones de normalidad, no se causen perjuicios al medio ambiente. Para tales efectos y la obligación sea cumplida existe conjunto de condiciones mínimas o “estándares mínimos” de comportamiento de diligencia exigibles internacionalmente. De más está destacar la necesidad de que la norma nacional interna de cada Estado asuma esta obligación para el cumplimiento de las obligaciones internacionales.

Para PAOLILLO⁴⁸⁵ el principio de prevención se encuentra «estrechamente relacionada con el principio *sic utere tuo ut alterum non laedas*, pero no se confunde con él», pues este principio entendido literalmente como “utiliza lo tuyo sin perjudicar a lo ajeno” y dentro de esta perspectiva “el uso diligente del territorio” o “de buena vecindad” como lo califica JUSTE RUIZ⁴⁸⁶, involucra no solamente el principio de prevención sino otros como la evaluación de impacto ambiental o la internalización de los costes; como apunta JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA⁴⁸⁷.

3.2.4 Principio de precaución o de acción precautoria

Principio de gran relevancia dentro del ámbito del Derecho internacional del medio ambiente, ha experimentado una importante consolidación a través del tiempo en numerosos acuerdos y tratados internacionales⁴⁸⁸ y en diversos ámbitos

⁴⁸⁵ Vid. PAOLILLO, F.H. (1998), p. 370.

⁴⁸⁶ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 72.

⁴⁸⁷ Vid. JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA, P. (2001), p. 64.

⁴⁸⁸ Algunos ejemplos de convenios o tratados en donde el principio de precaución se encuentra presente: Convenio internacional para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre, firmado en París el 4 de junio de 1974 (BOE núm. 18, de 21 de enero de 1981), Convenio internacional para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación y protocolos anejos, hechos en

jurisdiccionales.

En términos generales este principio aparece como producto o resultado de la toma de la conciencia de la importancia de desarrollar una estrategia de cautela y de poner la tecnología y su desarrollo bajo el mismo predominio del derecho, la ley y la valoración social, que toda otra actividad humana. Los desarrollos científicos y tecnológicos son vitales para las mejoras en la calidad de vida de las sociedades, pero se deben asumir sus riesgos pues la evidencia de las peligrosas consecuencias para el ser humano, su salud y su entorno se estaban haciendo cada vez más presentes.

Este principio se basa como apuntan MCINTYRE y MOSEDALE⁴⁸⁹ en tres premisas i. la vulnerabilidad del medio ambiente, ii. las limitaciones de la ciencia para predecir de manera anticipada y con exactitud los daños que puede sufrir el medio ambiente y por último, iii. la alternativa de contar con procesos y productos menos dañinos. En estas condiciones, con la falta de certeza científica y en palabras de los propios autores podemos considerar que asistimos en una época en donde prima el “relativismo socio-ambiental”.⁴⁹⁰

Diferentes formulaciones del principio de precaución se encuentran en una amplia variedad de los instrumentos internacionales. Estos incluyen acuerdos vinculantes y no vinculantes declaraciones, actos de alcance mundial y regional, los instrumentos relativos a medios ambientales específicos o actividades, y los instrumentos por el que se establecen los principios generales para la acción ambiental. El principio de precaución se encuentra en algunos tratados desde la

Barcelona el 16 de febrero de 1976 (BOE núm. 44, de 21 de febrero de 1978); Convenio sobre la Protección y Uso de los Cursos de Agua Transfronterizos y los Lagos Internacionales (Convenio de Helsinki) (DO L 186 de 5.8.1995), Convención Internacional para Prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos de Londres de 12 de mayo 1954 (Convenio OILPOL) (BOE núm. 181, de 29 de julio de 1964), preámbulo; Convención sobre la Alta Mar, 29 de abril de 1958, 450 UNTS 82, Art. 25; Convenio para la Prevención de la Contaminación Marina Provocada por Vertidos desde Buques y Aeronaves, 15 de febrero 1972, 932 UNTS. 3, Art. 1; Derechos del Mar, Art. 194 (1); Convenio relativo a la Pesca en las Aguas del Danubio, 29 de enero de 1958, 339 UNTS 23, Art. 7; Tratado por el que se Prohíben los Ensayos con Armas Nucleares en la atmósfera, en el Espacio Exterior y Bajo el Agua, Art. 1 (1); Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, hecho en Ginebra el 13 de noviembre de 1979 (BOE núm. 59/1983, de 10 de marzo de 1983), Art. 2; Convenio para la protección de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente de la región del Pacífico Sur, 25 de noviembre, 1986, 26 *ILM.*, 38, Art. 5 (1).

⁴⁸⁹ Vid. MCINTYRE, O.; MOSEDALE, T. (1997), “The precautionary principle as a norm of customary international law”, *Journal of Environmental Law*, Vol. 9 N° 2.

⁴⁹⁰ Vid. MCINTYRE, O.; MOSEDALE, T. (1997); BETANCOR RODRÍGUEZ, A. (2001), pp. 231-245.

década de 1930 siendo asumido por la normativa alemana a mediados de los 1980's.⁴⁹¹ Sin embargo es inscrito por primera oportunidad en la Carta Mundial de la Naturaleza de 1982, dentro del Principio 11⁴⁹², siendo asumida por primera vez en un acuerdo internacional en Conferencia del Mar del Norte de 1984 y posteriormente por la Declaración Ministerial sobre Desarrollo Sostenible en la Región de la Comunidad Económica Europea, Bergen, 16 de mayo de 1990⁴⁹³. Con posterioridad fue incluido como Principio 15 de la Declaración de Río de 1992 señala:

“Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.”

La falta de certeza científica no puede ser un obstáculo para la adopción de medidas de prevención o protección de daños al medio ambiente, dejando este planteamiento muy clara en el preámbulo de la Convención sobre diversidad biológica de 1992, en donde se indica:

“[...]cuando exista una amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esa amenaza”.

Como apunta LÁZARO CALVO⁴⁹⁴ tanto la Declaración de Río, la CMNUCC y la Convención sobre la biodiversidad, «adolecen de una serie de faltas»; en la primera, se

⁴⁹¹ Vid. SAND, P.H. (2003), p. 267.

⁴⁹² Principio 11 de la Carta Mundial de la Naturaleza de 1982 (AGNU, en su Resolución 37/7, de 28 de octubre de 1982)

“Se controlarán las actividades que puedan tener consecuencias sobre la naturaleza y se utilizarán las mejoras técnicas disponibles que reduzcan al mínimo los peligros graves para la naturaleza y otros efectos perjudiciales; en particular:

- a) Se evitarán las actividades que puedan causar daños irreversibles a la naturaleza;
- b) Las actividades que puedan entrañar grandes peligros para la naturaleza serán precedidas de un examen a fondo ...;
- c) Las actividades que puedan perturbar la naturaleza serán precedidas de una evaluación de sus consecuencias y se realizarán con suficiente antelación estudios de los efectos que puedan tener los proyectos de desarrollo sobre la naturaleza...;
- d) La agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca se adaptarán a las características y posibilidades naturales de las zonas correspondientes;
- e) Las zonas que resulten perjudicadas como consecuencia de actividades humanas serán rehabilitadas y destinadas a fines conformes con sus posibilidades naturales y compatibles con el bienestar de las poblaciones afectadas.”

⁴⁹³ Vid. GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), p. 929; BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), p. 155.

⁴⁹⁴ Vid. LÁZARO CALVO, T. (2005), pp. 382-383.

utiliza el término “criterio” y no “principio” en el Principio 15, situación que no se aprecia de mayor importancia ya que a lo largo del documento se usa el mismo término; en la segunda, se utiliza el “deberán” y no el “deberían”; por último, en el tercer documento, en ningún momento se utiliza la palabra precaución.

El primer tratado internacional que se refiere a este principio es la Convención de Viena de 1985⁴⁹⁵, en donde las Partes reconocen la necesidad de asumir medidas precautorias para evitar un mayor deterioro o destrucción de la capa de ozono. Dentro del Protocolo de Montreal⁴⁹⁶ las Partes asumen la necesidad de medidas para la emisión de los compuestos clorofluorocarbonados.

Asimismo este principio precautorio es recogido por la Agenda 21 y reforzado al reconocer que en condiciones en las cuales el criterio precautorio está presente el resultado es una política de medio ambiente y desarrollo acertada, en donde la ciencia y el progreso vayan unidas al desarrollo social y humano. Si se utiliza un enfoque precautorio para la modificación de las pautas de producción y consumo, se podrán obtener resultados beneficiosos en tiempo y la disminución de incertidumbres respecto a la selección de las posibles opciones a seguir.⁴⁹⁷

Como apunta JUSTE RUIZ⁴⁹⁸ no podemos confundir este principio con el de acción preventiva, pues el primero presenta una transformación «radical a los cuestionamientos anteriores». La cuestión está en que en los inicios del Derecho internacional del medio ambiente, éste se basaba en los resultados y planteamientos científicos ya consolidados para asumir una posición frente a una situación ambiental; con la acción de precaución o de cautela, la postura que asume es más estricta y de extrema prudencia bastando solo una duda en la existencia de algún daño sin certeza científica o empírica, para que se asuman medidas tendientes a evitarlo⁴⁹⁹.

⁴⁹⁵ BOE núm. 2275, de 16 de noviembre de 1988, Acta Final.

⁴⁹⁶ Preámbulo, párrafo quinto Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, hecho en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989) Acta Final, 1987. Preámbulo, párrafo ocho.

⁴⁹⁷ Capítulo 35 de la Agenda 21 (puntos 35.5 y 35.6).

⁴⁹⁸ *Vid.* JUSTE RUIZ, J. (1999), pp. 78-79.

⁴⁹⁹ Como producto del vertiginoso desarrollo científico e industrial en una importante cantidad de casos no existen datos científicos exactos y comprobables sobre los eventuales daños o consecuencias en la producción o uso. En este sentido el principio de precaución, es un instrumento útil para la aplicación de medidas precautorias; la carga de prueba se traslada a los Estados que desean emprender ciertas actividades, deberán probar que las mismas no causarán daño al medio ambiente.

3.2.5. Principio de “quien contamina paga”

Este principio establece que los costos por contaminación deben ser asumidos por aquellos responsables de su causa. Principio que presenta un acercamiento importante a una visión económica del problema de la contaminación. Los costes que se deberán asumir son aquellos destinados a prevenir la contaminación o en caso de producirse a reparar los daños ocasionados. Se trata en definitiva de aplicar el principio de “internalización” de los costes, que conlleva la prevención y la reparación de los efectos negativos de la contaminación sobre el medio ambiente por parte de quien los produce invirtiendo la tendencia de “externalización” de los mismos hacia terceros ajenos a la generación de la contaminación.

Este principio concede varias interpretaciones JUSTE RUÍZ⁵⁰⁰ por ejemplo, lo presenta como un principio jurídico de característica “proteiforme”. En este sentido JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA⁵⁰¹, recurre a E. Alonso García y N. Torres Ugena para evidenciar las distintas interpretaciones de este principio. Al respecto E. Alonso García, pone de relieve la obligación por parte del contaminador en asumir todas las derivaciones del daño ambiental producido; una segunda interpretación realizada por N. Torres Ugena considerada compatible con la anterior es la finalidad disuasiva más que la restitutiva.

En general este principio no presenta la misma relevancia y atención que otros, como el de prevención o precaución. Asimismo, es generalmente utilizado a nivel interno de cada Estado no habiendo trascendido de manera contundente al ámbito internacional. Dentro del marco internacional, la Convención sobre responsabilidad civil por daño nuclear de París 1960⁵⁰² y la Convención de Viena sobre responsabilidad civil por daños nucleares de 1963⁵⁰³, asumieron de algún modo el

⁵⁰⁰ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 81.

⁵⁰¹ Vid. JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA, P. (2001), pp. 72-73. La autora cita las apreciaciones sobre este principio de ALONSO GARCÍA en ALONSO GARCÍA, E. (1993), *El Derecho Ambiental de la Comunidad Europea*, Vol. I. *El marco constitucional de la Política Comunitaria de medio Ambiente. Aplicación de la Legislación Ambiental Comunitaria*. Madrid: Cuadernos de Estudios Europeos, Fundación Universidad Empresa/Ed. Civitas, págs.. 80-81; y de TORRES UGENA en TORRES UGENA, N. (1989), “La protección del medio ambiente en el Acta única Europea”. *Noticias Comunidad Económica Europea*, nº 51, de abril de 1989, págs. 93-105, p. 81.

⁵⁰² Convenio sobre responsabilidad civil en materia de energía nuclear, París, 29 julio 1960 (BOE núm. 164, de 09 de julio de 1968), entrando en vigor el 1 de abril de 1968.

⁵⁰³ La Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, de 21 mayo 1963 (2 *ILM* 727, 1963). Esta Convención está bajo los auspicios del OIEA, fue aprobada en 1963 y entró en vigor en

principio diseñando un canal de compensación para víctimas de daños.

La aceptación por parte de la OCDE se aprecia en recomendaciones a partir de 1972⁵⁰⁴, luego en 1974⁵⁰⁵ y en 1989⁵⁰⁶. Estando igualmente incluido en algunos tratados internacionales, como el Acuerdo de 1985 sobre conservación de la naturaleza y los recursos naturales de la ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*), de 1985⁵⁰⁷ o en 1991, en el Convenio sobre los Alpes⁵⁰⁸.

Por su parte la Comunidad Europea incluye este principio en el Primer Programa de acción sobre el medio ambiente de 1973⁵⁰⁹, con posterioridad en 1975 el Consejo realiza la Recomendación 75/436⁵¹⁰ en donde en su Anexo 2 expresa:

“[...], tanto las Comunidades Europeas, a escala comunitaria, como los Estados miembros, en sus respectivas legislaciones nacionales en materia de protección del medio ambiente, deben aplicar el principio de “quien contamina, paga”, con arreglo al cual las personas físicas o jurídicas, sean de Derecho privado o público, responsables de una contaminación, deben pagar los gastos de las medidas necesarias para evitar la contaminación o para reducirla [...]”

De este modo se va consolidando dentro del marco normativo europeo

1977.

⁵⁰⁴ Vid. LÁZARO CALVO, T. (2005), p. 412. Recomendación del Consejo de 26 de mayo de 1972 sobre los principios guías relativos a los aspectos económicos de las políticas ambientales (C (72) 128).

⁵⁰⁵ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 82. Recomendación del Consejo de 14 de noviembre de 1974 sobre la aplicación del principio quien contamina paga, párrafo I.2 (C (74) 223). SAND, P.H. (2003), pp. 280-282. La OECD recomienda la implementación de este principio a los Estados miembros, pues lo considera un “principio fundamental”. Asimismo, como parte de su aplicación se presentan as ayudas a nuevas tecnologías para el control de la contaminación, y el desarrollo de mecanismos para la disminución de la contaminación no tienen que ser incompatible con la aplicación de este principio.

⁵⁰⁶ Vid. Recommendation on the Application of the Polluter-Pays Principle to Accidental Pollution C(89)88 (Final) OECD, 1989; 28ILM 1320.

⁵⁰⁷ ASEAN (1985), Agreement on the Conservation of Nature and Resources, Kuala Lumpur, July 9, 1985.

⁵⁰⁸ Convención sobre la protección de los Alpes, Salzburgo, de 7 de noviembre de 1971 (31 ILM 767, 1992).

⁵⁰⁹ Primer Programa de acción sobre el medio ambiente de 1973, OJ C112, 20 Diciembre de 1973.

⁵¹⁰ Recomendación del Consejo de 3 de marzo de 1975 relativa a la imputación de costes y a la intervención de los poderes públicos en materia de medio ambiente (75/436/Euratom, CECA, CEE). Esta Recomendación aunque no presenta carecer vinculante, si entrega la base de su aplicación por lo países miembros, aquellos mecanismos que pueden ser coexistir con este principio y las excepciones, las que claramente se especifica “pueden ser modificables”.

Respecto de su aceptación en el Programa de acción de 1973 en el Anexo 1 señala:

“El principio de “quien contamina, paga” ha sido aceptado en el marco de la Declaración del Consejo de las Comunidades Europeas y de los representantes de los gobiernos de los Estados miembros reunidos en el seno del Consejo, el 22 de noviembre de 1973, relativa a un programa de acción de las Comunidades Europeas en materia de medio ambiente. El programa de acción prevé que la Comisión transmitirá al Consejo una propuesta relativa a la aplicación de este principio, incluidas las eventuales excepciones”.

este principio, adaptándose e integrándose dentro de los tratados⁵¹¹ y en numerosos actos normativos⁵¹². Algunos otros ejemplos de acuerdos en los cuales este principio está presente es la Convención sobre la protección de medio ambiente Marino del Mar Báltico⁵¹³; la Convención sobre la Protección y Uso de los cursos de aguas transfronterizos y lagos internacionales⁵¹⁴; o la Convenio Internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos⁵¹⁵. Si hacemos una retrospectiva, este principio puede ser considerado como el primer paso para regular la responsabilidad sobre el daño al medio ambiente.

Aunque como hemos revisado, se ha visto reflejado en varios tratados o acuerdo, la Declaración de Río es el primer documento de carácter global que recoge este principio en su Principio 16 al establecer:

“Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.”

A medida que los mecanismos de protección del medio ambiente se han ido consolidando⁵¹⁶, el principio de “quien contamina paga”, fundamentalmente en el contexto europeo⁵¹⁷ ha adquirido gran importancia y su utilización en la actualidad es

⁵¹¹ Art. 130R del Tratado de Maastricht de 1992 (DO C 191 de 29.7.1992); Art. 174.2 del Tratado de Ámsterdam de 1997 (DO C 340 de 10.11.1997).

⁵¹² Algunos ejemplos son: Directiva del Consejo 75/442/CEE, de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos (con las modificaciones de la Directiva del Consejo 91/156/CEE, de 18 de marzo de 1991) DOCE 194/L, DE 27-07-75 DOCE 78/L, de 26-03-91; Directiva 2000/59/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de noviembre de 2000, sobre instalaciones portuarias receptoras de desechos generados por buques y residuos de carga - Declaración de la Comisión. DO L 332 de 28.12.2000, p. 81/90; Decisión nº 2850/2000/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de cooperación en el ámbito de la contaminación marina accidental o deliberada DO L 332 de 28.12.2000, p. 1/6..

⁵¹³ Convenio sobre protección del medio marino de la zona del mar Báltico (Convenio de Helsinki, 9 de abril de 1992) (DO L 73 de 16.3.1994) Art. 3(4).

⁵¹⁴ Convenio sobre la Protección y Uso de los Cursos de Agua Transfronterizos y los Lagos Internacionales (Convenio de Helsinki) (DO L 186 de 5.8.1995), Art. 2(5).

⁵¹⁵ Convenio Internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos, Londres 30 de noviembre de 1990 (BOE núm 133, de 5 de junio de 1995), preámbulo.

⁵¹⁶ Enmienda del Protocolo para la Protección del mar Mediterráneo en contra de la Contaminación desde Fuentes Terrestres de Syracuse, del 7 de marzo de 1996 (DOCE nº L 322, de 14.12.1999) en su preámbulo o la Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes del 22 de mayo de 2001(BOE núm. 151, de 23 de junio de 2004).

⁵¹⁷ Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre responsabilidad ambiental en relación con la prevención y reparación de daños ambientales (DO L 143 de 30.4.2004, p. 56 a 75). En esta Directiva, es el primer texto legislativo comunitario que presenta el principio de «quien contamina, paga» como uno de sus objetivos principales: “[...] establecer un marco

recurrente, pues a diferencia de otros procedimientos fiscales que para muchos distan de cumplir con los objetivos ambientales y son meros recaudadores de recursos, este principio de inspiración económica sí cumple a cabalidad aquellos atributos necesarios para convertirle en un sistema que al menos teóricamente está destinado a prevenir y/o mitigar los efectos de la contaminación ambiental. Sin embargo, sigue siendo aplicado fundamentalmente en el ámbito interno razón por la cual se dificulta sus atributos como principio de Derecho internacional.

3.2.6. Principio de desarrollo sostenible

Es el principio que puede ser considerado el más importante del Derecho internacional del medio ambiente⁵¹⁸. Y como destaca JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA⁵¹⁹ para autores como DUPUY representa una "*Maîtrise conceptuelle*" más que un principio, un objetivo o "*príncipe conceptuel*" según SOHNLE; y al que la autora considera también un principio conceptual. Objetivamente al analizar la evolución del Derecho internacional como la misma autora señala, la obtención de un desarrollo sostenible se ha convertido en el objetivo último.

Como destaca WOLFRUM⁵²⁰ este principio fue invocado en el Programa de Acción "Estrategia para la conservación mundial" ("*World Conservation Strategy*") de 1980⁵²¹; siendo asumida posteriormente por el Informe Brundtland "Nuestro futuro en

de responsabilidad medioambiental, basado en el principio de «quien contamina paga», para la prevención y la reparación de los daños medioambientales". Establece un marco común de responsabilidad con el fin de prevenir y reparar los daños causados a los animales, las plantas, los hábitats naturales y los recursos hídricos, así como los daños que afectan a los suelos.

⁵¹⁸ Vid. STOOKES, P. (2009). *A practical approach to environmental law*. (Second Edition), Oxford: Oxford University Press, p. 22.

⁵¹⁹ Vid. JIMÉNEZ DE PARGA y MASEDA, P. (2001), pp. 47-48. La autora destaca los calificativos que otorgan este principio DUPUY en DUPUY, P-M. (1997). *Où en est le droit international de l'environnement à la fin du siècle?*, pág. 886; y SOHNLE en SOHNLE, J. (1998), "Irruption du droit de l'environnement dans la jurisprudence de la C.I.J.: l'affaire Gabčíkovo-Nagymaros". *Revue Générale de Droit International Public*, Vol.102, nº 1, págs.. 85-121, p. 887.

⁵²⁰ Vid. WOLFRUM, R. (2000), "Internacional Environmental Law: purposes, principles and means of ensuring compliance", en MORRISON, F. L.; WOLFRUM, R. (Ed.) (2000), *International, regional and national environmental law*. The Hague: Kluwer Law International, p.20.

⁵²¹ La Estrategia Mundial de Conservación realizada por la IUCN, con la cooperación de la UNEP y WWF publicó en 1980. Hizo hincapié en que la humanidad, que forma parte de la naturaleza no tiene futuro sin la conservación de la naturaleza y los recursos naturales se conservan. Asimismo afirmó que la conservación no puede lograrse sin el desarrollo para aliviar la pobreza y la miseria de cientos de millones de personas. Subrayando la interdependencia de la conservación y el desarrollo, la WCS fue la primera en dar forma al término "desarrollo sostenible".

La Estrategia Mundial de Conservación destacó tres objetivos:

común” en 1987 (antesala de la Cumbre de Río de Janeiro de 1992)⁵²².

“La actividad humana tiene que desarrollarse de manera sostenible para todo el planeta en el camino hacia el futuro, entendiéndose ese desarrollo sostenible como el que satisface las necesidades del presente, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Asimismo, previo a esta definición realizada en 1987, la Declaración de Estocolmo de 1972 había realizada una referencia al concepto en su Principio 1:

“El hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras[...]”.

A la definición de este principio se la relaciona con un desarrollo capaz de satisfacer las necesidades, con especial importancia aquellas de carácter esencial de la población mundial presente, sin que esto llegue a comprometer las capacidades de las futuras generaciones. De este modo se pretende entregar una idea de limitación y vulnerabilidad del medio ambiente, y de asumir estas características para lograr cumplir con las necesidades del presente y del futuro. Asimismo, este principio viene a sugerir la íntima relación entre protección del medio ambiente y el mejoramiento de la condición humana⁵²³, en definitiva, la fuerte relación entre medio ambiente y desarrollo. En este sentido el secretario General de la Conferencia de Río plantea frente a esta dicotomía:

“La Conferencia de 1992 es una oportunidad única para reavivar el desarrollo mediante la integración entre el medio ambiente y el desarrollo, acelerar la reducción de la pobreza y el logro de la seguridad alimentaria por medio de la integración del medio ambiente y desarrollo y el fortalecimiento del sistema multilateral de apoyo al desarrollo sostenible”.⁵²⁴

Además como apunta SAND⁵²⁵ este principio agrupa el concepto de “necesidad” y la idea de limitaciones; necesidad por parte de la población más pobre y

-
- los procesos ecológicos esenciales y los sistemas sustentadores de la vida deben ser conservados;
 - la diversidad genética debe ser conservada;
 - cualquier uso de especies o ecosistemas debe ser sostenible.

⁵²² Vid. STOKES, P. (2009), *A practical approach to environmental law*. (2nd edition), Oxford: Oxford University Press, p. 22.

⁵²³ Convenio de las Naciones Unidas sobre la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 15 de junio de 1992, principios 2, 31 *ILM*. 876. Principio 1: “Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.”

⁵²⁴ Discurso del Secretario General en la tercera sesión del comité preparatorio de la Conferencia. A/CONF. 151/PC/41/Add.3 (de 27 de agosto de 1991).

⁵²⁵ Vid. SAND, P.H. (2003), pp. 252-265.

las limitaciones y responsabilidad que tienen aquellas poblaciones con mayor desarrollo tecnológico y social, sobre el medio ambiente para las poblaciones presentes y futuras.

Al concepto de sostenibilidad podemos descomponerlo en distintos objetivos dirigidos a las presentes y futuras generaciones los cuales son fundamentales para el cumplimiento de una meta sostenible. En este sentido el uso sustentable y equitativo de los recursos naturales y la integración del medio ambiente al desarrollo.

La explotación o extracción de los recursos naturales, y dentro de este marco los provenientes del medio acuático han sido fuente de preocupación. La Convención de Kuwait sobre medio ambiente marino de 1978, la Convención para la protección del atún de 1949, la Convención del Atlántico para la protección del atún de 1966, la Convención del Pacífico Norte para industria pesquera de 1952, la Convención del Pacífico sobre la piel de foca de 1976; son algunos ejemplos de iniciativas internacionales en este contexto. Existiendo también iniciativas para recursos de fuentes no marinas: el Acuerdo Internacional sobre madera tropical de 1983, el Acuerdo para la conservación de la naturaleza y sus recursos naturales, de ASEAN de 1985, la Convención sobre biodiversidad de 1992 y su Protocolo sobre bioseguridad de 2000 son algunos ejemplos.

El concepto de sostenibilidad o sustentabilidad ha sido integrado no solamente en el ámbito ambiental, sino también en diversos sectores de la vida política, social y económica.

La íntima dependencia entre protección ambiental y mejor condición humana que presenta este principio, como apunta SAND cuenta con cuatro elementos fundamentales: la conservación de los recursos naturales para el beneficio de las generaciones futuras, un principio de equidad intergeneracional; la explotación de los recursos naturales de un modo “sustentable” o “prudente”, o principio de uso sustentable; el uso equitativo de los recursos siendo fundamental que los Estados tomen en consideración las necesidades de los otros, principio de uso equitativo o de equidad intra-generacional; y por último; la necesaria integración de consideraciones ambientales al desarrollo económico y otros planes de desarrollo⁵²⁶.

⁵²⁶ Vid. SAND, P.H. (2003), pp. 252-265.

Este principio presenta básicamente tres objetivos: uno de tipo esencialmente ecológico, la preservación o conservación de los entornos biológicos y físicos; un segundo objetivos de tipo económico el desafío de lograr un crecimiento que este en armonía con nuestro entorno, sin que dicho crecimiento ponga en riesgo el equilibrio medioambiental de la sociedad; y por último, un objetivo social que pretende lograr un desarrollo sociocultural equilibrado que sea sostenible en el tiempo, tal vez este último, el que logra sintetizar de la mejor manera la necesidad de la aplicación de este principio por parte de la sociedad internacional.

Conscientes de la necesidad de lograr la reducción de la pobreza y de cubrir las necesidades mínimas de una porción importante de la sociedad mundial, este principio se presenta como fuente necesaria de inspiración para el desarrollo económico. En otras palabras, no podemos lograr un real desarrollo sociocultural sin tener en cuenta el concepto de sostenibilidad como eje inspirador.

En este sentido se introduce en el Tratado de la Unión Europea en su Art. 2:

“La Comunidad tendrá por misión promover, [...]realización de las políticas o acciones comunes [...], un desarrollo armonioso y equilibrado de las actividades económicas en el conjunto de la Comunidad, un crecimiento sostenible y no inflacionista que respete el medio ambiente, un alto grado de convergencia de los resultados económicos, un alto nivel de empleo y de protección social, la elevación del nivel y de la calidad de vida, la cohesión económica y social y la solidaridad entre los Estados miembros.”

Asimismo en el “Quinto Programa de Acción”⁵²⁷ de actuación en materia de medio ambiente: hacia un desarrollo sostenible, cuyo objetivo es desarrollar una nueva estrategia para evitar aplicar un modelo de desarrollo bajo un prisma puramente economicista y utilizar la sostenibilidad como herramienta útil y necesaria, propugnando la integración plena de la política de medio ambiente en las demás políticas, racionalización, responsabilidad compartida, prevención y subsidiariedad.

3.2.7. Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas

Si nos remontamos a la Resolución de Naciones Unidas 44/228 por la que se convoca a la Conferencia de Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo y

⁵²⁷ Quinto Programa de Acción de actuación en materia de medio ambiente: hacia un desarrollo sostenible (Resolución DO C138 de 7-05-93).

nos remitimos a un extracto de su Preámbulo:

“ [...] la responsabilidad de contener reducir y eliminar los daños al medio ambiente mundial debe recaer en los Estados que los causan, de modo que guarde relación con los daños causados y en función de sus respectivas capacidades y responsabilidades.”

Podemos extraer varias afirmaciones que son interesantes de destacar, por ejemplo, la responsabilidad que cada Estado tiene sobre la contaminación que genera dentro de su territorio y la necesidad de que no produzca daños ambientales a terceros. Asimismo, se pone de relieve la equidad y proporcionalidad entre el tamaño del Estado, el nivel de desarrollo, la magnitud de la contaminación, vulnerabilidad y su responsabilidad frente a la situación provocada.

Con posterioridad, en la redacción de la Declaración de Río el enunciado del Principio 7 profundiza aún más el concepto de responsabilidad frente a proporcionalidad y equidad; reafirmando y agregando otros elementos, siendo en definitiva el desarrollo sostenible, la solidaridad internacional, la igualdad y la justicia, los conceptos que se destacan.

Todos los Estados tienen responsabilidad sobre la degradación y el deterioro del medio ambiente por lo que se requiere una acción solidaria entre estos, pero se debe asumir que a cada Estado le recaerá la responsabilidad proporcional al nivel de contribución realizado para dar origen al daño. Asimismo, debe concienciar que el desarrollo económico y social de aquellos países en vías de desarrollo, no es similar al de los países desarrollados y por consiguiente, grado de responsabilidad no es el mismo, pues la protección del medio ambiente debe de estar de acuerdo fundamentalmente a las circunstancias económicas y sociales de cada Estado.

En lo que concierne a los tratados internacionales, este principio lo vemos reflejados en una importante cantidad de ellos, dentro del ámbito atmosférico.

El Protocolo de Montreal sobre la capa de ozono y sus sucesivas enmiendas, Londres 1990 y Copenhague 1992, introducen mayores avances en la aplicación en mayor medida de este principio. Es así como en Montreal se instaba a la reducción de la emisiones de compuestos que dañan la capa de ozono concediendo una moratoria a aquellos países menos desarrollados, en Londres se insta a la revisión de los países que cumplan con ciertas características de desarrollo y se aplica una moratoria de 10 años más; y se revisa y concreta posteriormente en Copenhague

1992.

El Protocolo de Kyoto donde en su Art. 10 expresa la clara distinción entre las responsabilidades iguales y diferenciadas, señalando:

“Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y las prioridades, objetivos y circunstancias concretos de su desarrollo nacional y regional, sin introducir ningún nuevo compromiso para las Partes[...]”.

Este principio lo podemos encontrar generalmente en toda la política respecto del cambio climático, pues este principio constituye uno de los pilares normativos de la CMNUCC. En este sentido, en la COP15 en Copenhague 2009, este principio está presente como centro de la discusión, entre otros temas, debido a la exigencia de revisión acerca de las cuotas y metas de emisión de países llamados emergentes y que han sufrido un incremento considerable de las emisiones en los últimos años, casos como Brasil, India o fundamentalmente China, son ejemplos concretos de que este principio debe estar presente como base para el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones, como asimismo, la constante actualización de los niveles de desarrollo de cada Estado.

4. Los instrumentos internacionales en la protección de la atmósfera

Nuestro interés en los siguientes apartados que conforman esta cuarta, y última parte del Capítulo II, está en presentar los instrumentos internacionales medioambientales, de particular aquellos que están enfocados a la protección de la atmósfera. Estos instrumentos de Derecho internacional, tratados multilaterales y regímenes internacionales, han incrementado su existencia a partir de la década de 1970, específicamente luego de la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente humano, de Estocolmo 1972; pues se han percibido como los más útiles e idóneos para cumplir con los objetivos para los cuales se elaboraron, en la medida que las Partes contratantes cumplan los compromisos asumidos.

En general los tratados multilaterales medioambientales exhiben características similares a otros tipos de tratados o acuerdos internacionales,

rigiéndose por la Convención de Viena de 1969⁵²⁸. Sin embargo, por el ámbito que cubren requieren de elementos que les otorguen de flexibilidad y adaptación en el tiempo; ambas condiciones necesarias para un área del Derecho internacional que cuenta con una amplitud, complejidad, evolución y transversalidad como ninguna.

Comenzaremos revisando los tratados multilaterales medioambientales, donde apuntaremos algunas de las particularidades que presentan, fundamentalmente en el plano de la colaboración e intercambio de información, y la creación de estructuras administrativas internas destinadas a controlar el cumplimiento de los acuerdos y gestionar los incumplimientos, entre otras.

Posteriormente, abordaremos el concepto de régimen ambiental. Asimismo, revisaremos la estructura institucional de los tratados multilaterales internacionales; cómo funciona y se articulan las Partes contratantes: el intercambio de información y los mecanismos de asistencia científica, técnica y económica, claves para el cumplimiento de los objetivos. De igual modo este panorama no queda completo sin conocer los mecanismos de control y cumplimiento, y resolución de controversias.

Por otra parte, el nuevo orden internacional que se ha instaurado ha provocado un nuevo enfoque del concepto de gobernanza en el marco medioambiental, lo que hace necesario abordarlo de manera de entender tanto a los actores como sus posiciones y actuaciones dentro del marco internacional ambiental.

Por último, consideramos apropiado abordar brevemente dos de los regímenes jurídicos internacionales de protección de la atmósfera capa de ozono con el Protocolo de Montreal, y la Convención marco de cambio climático con el Protocolo de Kyoto.

⁵²⁸ Vid. MARIÑO MENÉNDEZ, F.M. (2005), *Derecho Internacional Público*, (parte General) (4ª Ed.), Madrid: Trotta, p. 282.

4.1 Los tratados internacionales como instrumentos idóneos en la protección de la atmósfera

Los acuerdos o tratados internacionales⁵²⁹ *lato sensu* surgen de la convergencia y la negociación de ideas, de opiniones y puntos de vistas; o como parte del acuerdo o de la solución de conflictos entre sujetos de Derecho internacional y que son plasmados en este instrumento; y en sentido más estricto forman parte de un procedimiento mediante el cual se crean normas internacionales.

La Convención de Viena sobre el derecho de los tratados de 23 de mayo de 1969⁵³⁰ codificó el derecho aplicable a la elaboración de los tratados⁵³¹. Si nos remitimos al Art. 2(a) del texto este indica textualmente que:

“se entiende por "tratado" un acuerdo internacional celebrado por escrito entre Estados y regido por el Derecho internacional, ya conste en un instrumento único o en dos o más instrumentos conexos y cualquiera que sea su denominación particular.”

En el trasfondo de este artículo se refleja la idea de que son instrumentos de Derecho internacional destinados a crear derechos y obligaciones entre los Estados Partes. Por otra parte, este artículo no considera los acuerdos adoptados entre Estados y organizaciones internacionales, situación que fue completada por medio de la Convención de Viena sobre el derecho de los tratados celebrados entre Estados y organizaciones internacionales o entre organizaciones internacionales⁵³² de 1986, la cual viene a cubrir o completar un tipo de acuerdo de importancia no solamente en el plano ambiental, sino en otras materias sociales, políticas o económicas.

⁵²⁹ En el “derecho de los tratados” su norma básica y fundamental *Pacta sunt servanda*, tiene naturaleza consuetudinaria. Ciertamente las prácticas consuetudinarias han originado la mayor parte de las normas que constituyen el régimen jurídico de los tratados internacionales. Sin embargo, en materia ambiental se percibe como cada vez más insuficiente para hacer frente a la rápida intensificación de las demandas respecto de la protección al medio ambiente. El Derecho consuetudinario internacional no proporciona a cabalidad a los Estados un marco de referencia adecuado con plazo para formular sus políticas nacionales y el comportamiento en relación al deterioro del medio ambiente mundial. El período de tiempo necesario para una práctica en las relaciones internacionales que han llegado a la situación del Derecho consuetudinario puede ser largo. No debemos olvidar que costumbres jurídicas internacionales han tomado siglos o décadas para convertirse en práctica común y aceptada.

⁵³⁰ Convención de Viena sobre el derecho de los tratados de 23 de mayo de 1969. UN Doc A/CONF.39/27 (1969), 1155 UNTS 331, entró en vigor el 27 de enero de 1980.

⁵³¹ Previamente se debía recurrir al estudio de la doctrina o a la jurisprudencia internacional. Si nos remitimos a la Convención sobre tratados, adoptado en la Habana, Cuba de 2º de febrero de 1928; este instrumento no entregaba definición alguna.

⁵³² El Art. 85 del texto establece que ésta entrará en vigor al ser ratificada por treinta y cinco Estados. Actualmente sólo 28 países y doce organizaciones internacionales la han ratificado, y por ello aún no tiene vigencia.

En lo que respecta a los tratados internacionales medioambientales, aquellos adoptados con posterioridad a la celebración de la Conferencia de Estocolmo de 1972 muestran un marcado énfasis en el principio de prevención de daños y en el de sostenibilidad. En este sentido como destaca BOYLE⁵³³ este tipo de tratados requieren de una orientación más sofisticada para lograr la aplicación y el cumplimiento de los acuerdos; haciéndose fundamental el reconocimiento de que los problemas ambientales requieren de una respuesta común, siendo insuficiente el centrarse solamente en el o los "Estados afectados" si el fin es proteger los intereses y la propiedad común o los intereses de las generaciones futuras.

Como apunta GEHRING⁵³⁴ esta nueva generación de acuerdos ambientales multilaterales han creado sus propios instrumentos y foros de discusión y debate, las llamadas Conferencias de las Partes⁵³⁵. Estas reuniones periódicas de las Partes cuentan con distintas atribuciones e instrumentos que entre otras cosas les permite la elaboración de protocolos⁵³⁶, enmiendas y anexos⁵³⁷; la implementación de las prescripciones y la revisión de la Convención.

Si bien los tratados internacionales ambientales han mostrado una notable evolución, aun persiste en mucho de estos el carácter sectorial. En general se aprecia la falta de visión global de la problemática medioambiental. La fragmentación y especificidad de los tratados o acuerdos han originado una vasta cantidad de estos, los cuales en muchos casos han podido resultar ineficaces por la carencia de la necesaria integración que se requiere al abordar el tema ambiental, por su conexión, interrelación y en la mayoría de los casos imposibilidad de aislar los problemas. Y como destacan KISS, SHELTON e ISHIBASHI⁵³⁸, tanto las normas como los principios adoptados

⁵³³ Vid. BOYLE, A.E. (1992), "Saving the World? Implementation and Enforcement of International Environmental Law Through International Institutions". *Journal of Environmental Law*, vol. 3, nº. 2, pp. 229-245.

⁵³⁴ Vid. GEHRING, T. (1991), "International Environmental Regimes: Dynamic Sectorial Legal Systems". *Yearbook of International Environmental Law*, nº. 1, (35-47).

⁵³⁵ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), pp. 85-86. Las conferencias o *meeting* de las Partes, son los organismos autónomos de mayor importancia creados en el marco del acuerdo o régimen ambiental. Estos foros son usualmente los encargados de asumir las medidas mediante negociaciones de manera de avanzar en el cumplimiento de los objetivos del régimen.

⁵³⁶ La CLRTAP no señala expresamente esta regla a diferencia de la Convención de Viena (Art.6, párrafo 4 (g) y (h) o la Convención de Basilea (Art. 15 y 17), entre otras.

⁵³⁷ Convención de Barcelona (Art. 17); Convención de Viena (Art. 6, párrafo 4(g), entre otras.

⁵³⁸ Vid. KISS, A.CH., SHELTON, D.; ISHIBASHI, K. (2003), p. 71. En este sentido, en el campo de la protección a los océanos, la UNEP ha impulsado diferentes acuerdos internacionales regionales como el

dentro de un marco general de integración de los Estados a menudo resulta de mayor efectividad en su implementación y puesta en vigor cuando se realiza en el campo regional, lo que ha quedado demostrado en las oportunidades que se ha utilizado en el área de los derechos humanos.

En general, como se ha dicho, los tratados internacionales ambientales presentan características similares a los otros tipos de tratados o acuerdos internacionales, aunque para facilitar la participación y la operatividad de los mismos han creado ciertas técnicas específicas.

La utilización de esta fuente convencional ha sido elegida por esta área del Derecho internacional con especial interés, aunque si bien como puntualiza JUSTE RUIZ, su lado negativo ha sido «su tinte inevitablemente voluntarista [...] particularista»⁵³⁹. La lentitud en el procedimiento, las dificultades para la entrada en vigor, la posibilidad de inclusión de reservas⁵⁴⁰, la vaguedad en los términos o falta concreción y ambigüedad, son algunas de las complicaciones que acarrea este mecanismo y que provocan en muchos casos su ineficacia al momento de solucionar un problema; siendo estas características, en muchos casos, las razones por las cuales los Estados prefieren este mecanismo convencional, al momento de elegir una vía de solución de cuestiones o problemas ambientales.

Por otra parte, los tratados pueden ser considerados como una respuesta política a la evidencia científica, la cual por su constante y rápida evolución, provocan una dinámica político-normativa difícil de contener, engrosando el número de acuerdos en el ámbito de la contaminación.

Duda no cabe de la importancia del conocimiento científico y avances tecnológicos en la elaboración de estos instrumentos, los cuales han ido adquiriendo

del Mediterráneo, Golfo Pérsico, Sur Este del Pacífico, Oeste de África, Mar Rojo, Golfo de Aden Caribe y Este de África; convenios que adhieren a las mismas normas y que cuentan con semejantes principios y que cuentan con instrumentos con capacidad de implementación global. La ventaja que actuar regionalmente es que las partes contrayentes en su mayoría están sometidas a las mismas condiciones de entorno, tanto medioambientales como geográficas o climatológicas, como también, sociopolíticas, económicas o culturales, lo que contribuye a que se suscriban acuerdos de mayor coherencia frente a las problemáticas planteadas.

⁵³⁹ Vid. JUSTE RUIZ, J. (1999), p. 54.

⁵⁴⁰ Según el Art. 2 párrafo 1.d, del Convenio de Viena de 1969 se entiende por reserva una declaración unilateral, cualquiera sea su enunciado o denominación, hecha por un Estado al firmar, ratificar, aceptar o aprobar un tratado o adherirse a él, con objeto de excluir o modificar los efectos jurídicos de ciertas disposiciones del tratado en su aplicación a ese estado.

cada vez mayor relevancia. Si realizamos un breve ejercicio retrospectivo de los tratados o acuerdos internacionales desde Estocolmo 1972, se aprecia que a partir de esta etapa se han ido incrementado de manera considerable los tratados y convenios ambientales, al igual que se aprecia un cambio en el foco y objetivo de los mismos, esto es, significa que se dirigen a la protección del medio ambiente en primer término de manera directa, y no como consecuencia de un objetivo distinto.

El proceso de elaboración de un tratado internacional medioambiental, desde su inicio hasta su puesta en vigor puede tardar mucho tiempo. Este mecanismo, que requiere de numerosos pasos, por involucrar a distintos Estados con características políticas, legislativas y administrativas distintas, se transforma en un procedimiento engorroso y a veces inacabado.

El proceso se inicia con la iniciativa de dos o más Estados para realizarlo respecto de una problemática ambiental común y que consideran requiere de una normativa internacional al respecto, constituyéndose en el marco de un foro internacional al respecto o bajo el amparo de una organización internacional⁵⁴¹. Ahora bien, si ya existe un acuerdo marco que pueda servir de marco para la nueva problemática se puede incluir dentro de una enmienda o protocolo siendo un foro apropiado la Conferencia de las Partes; si por el contrario no existe ningún documento que pueda ser utilizado como base, se puede adoptar un tratado que recoja las necesidades de la problemática a normalizar. De las dos opciones anteriores, claramente la primera es la que cuenta con menor complejidad pues el nuevo acuerdo puede ser considerado como un nuevo acto dentro del tratado madre siendo adherido como una decisión o resolución.

Una vez que existe acuerdo sobre el foro de negociación el cuerpo legal se somete a negociación; pudiendo ser esta negociación de carácter informal mediante la creación de grupos de expertos *ad hoc* de los Estados, o Comités intergubernamentales formales de trabajo⁵⁴². Siendo los tiempos de negociación acordados por las Partes y de

⁵⁴¹ La Convención sobre biodiversidad de 1992 desarrolló sus negociaciones bajo los auspicios de la PNUMA (UNEP, siglas en inglés), no es el caso de la Convención sobre cambio climático, negociada bajo los auspicios de la Asamblea general de las Naciones Unidas; contando esta última con mayor apoyo pues participan la totalidad de los países adheridos a la ONU, lo que otorga mayor participación.

⁵⁴² *Vid.* SAND, P.H. (2003), p. 129. Un ejemplo del primer caso se presentó para la realización del Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, hecho en Viena el 22 de marzo de 1985 (BOE núm. 2275, de 16 de noviembre de 1988), donde se forma un grupo *ad hoc* por la PNUMA; dentro del

períodos variables, sin que exista una regla de carácter general al respecto. Asimismo, las Partes acordaran las condiciones necesarias para su puesta en vigor que generalmente corresponden a la necesaria ratificación por un número determinado de Estados, sin perjuicio de otra práctica utilizada como la que tiene en cuenta el porcentaje de participación de cada Estado respecto de su influencia en la problemática concreta⁵⁴³.

Cabe apuntar que en el caso de los tratados o convenios internacionales medioambientales, por las características de los asuntos normados, los avances científicos y tecnológicos, las implicancias en las políticas económicas y su adaptación por medio de la implementación de políticas hace necesaria la constante revisión y elaboración de enmiendas o protocolos.

Por otra parte, con la proliferación de tratados y convenios generados en las últimas décadas, la posibilidad de coincidencia o conflicto entre estos es altamente probable⁵⁴⁴. Respecto de coincidencias o solapamientos normativos estos se pueden presentar fundamentalmente en acuerdos ambientales respecto de áreas o ámbitos semejantes muchos de los cuales intentan dar soluciones particulares respecto de problemáticas puntuales, olvidando la imposibilidad de acotar el medio sumado a la existencia de múltiples interacciones y variables que inciden sobre este y sus componentes; por otra parte, los conflictos en cambio se presentan en gran medida entre los acuerdos medioambientales y los acuerdos adoptados o políticas implementadas en el marco de la Organización mundial de comercio (OMC o WTO) o el Acuerdo general sobre comercio y aranceles (en inglés GATT), pues los primeros

segundo encontramos el establecimiento de un Comité de negociación intergubernamental formado por la Asamblea General de las Naciones Unidas mediante la Resolución 44/112).

⁵⁴³ Es el caso de la Convención sobre contaminación por hidrocarburos de 1971, en la cual su puesta en vigor dependía de la ratificación de ocho Estados importadores donde su contribución correspondían a 750 millones de toneladas; el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, hecho en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989), donde su entrada en vigor dependía de la ratificaciones que representara al menos dos-terceras partes de las emisiones globales de sustancias presentes dentro del protocolo estimadas al año 1986; o el Protocolo de Kyoto de 1997, de 11 de diciembre de 1997 (BOE núm. 33, de 8 de febrero de 2005) el cual requirió de la ratificación por parte de Estados que significaran el 55% de las emisiones globales de CO₂ al año 1990.

⁵⁴⁴ Sobre el concepto de “congestión de tratados” en materia ambiental Véase LUKITSCH HICKS, B. (1999), “Treaty Congestion in International Environmental Law: The need for greater International coordination”, 32 *University of Richmond Law Review* 1643, January 1999. La congestión de los tratados es un problema importante en el Derecho internacional, ya que contribuye a la ineficiencia y incumplimiento de los acuerdos ambientales multilaterales existentes.

intentan restringir el comercio de algunas mercaderías consideradas peligrosas y los segundos, facilitar y restar trabas al comercio fundamentalmente mediante la disminución de aranceles⁵⁴⁵.

4.2 Concepto de régimen ambiental

Desde la década de 1970 la suscripción de acuerdos o tratados internacionales del área medioambiental ha aumentado de manera importante - en la actualidad ya se cuenta con más de 500 entre universales, regionales o bilaterales -. Lo anterior ha puesto de manifiesto la necesidad de la creación de un orden de tipo institucional y funcional que, cada vez con mayor regularidad, se ha estado aplicando en el ámbito del Derecho internacional del medio ambiente.

Y para tal efecto encontramos los llamados “regímenes ambientales”, definidos como el conjunto que forman: el sistema institucional, funcional y normativo en torno a un tratado internacional de medio ambiente. Ahora bien, este concepto no solamente es aplicado en el ámbito jurídico, sino también en el de la doctrina de las ciencias políticas con perspectiva sociológica y desde las relaciones internacionales⁵⁴⁶.

Al respecto ROMANO⁵⁴⁷ aunque destaca su carácter de “*buzz-word*” apunta la confusión existente sobre el significado y uso del concepto, la que aduce a la complicación al momento de diferenciar el concepto “régimen ambiental” -utilizado

⁵⁴⁵ Vid. SAND, P.H. (2003), p. 136. Recurrentes han sido los conflictos regionales y globales originados en el área de la protección al medio ambiente marino, por la acuerdos regionales o globales adoptados respecto del mismo problema. Por ejemplo, diferentes reglas sobre vertidos de desechos o el comercio de los mismos. En el ámbito atmosférico esta problemática ha quedado claramente ilustrada en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, hecho en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989), en donde se prohíbe a las Partes la importación de sustancias controladas por el acuerdo desde un Estado que no forma parte del acuerdo, Art. 4.1. del Protocolo “...cada Parte prohibirá la importación de sustancias controladas procedente de cualquier Estado que no sea Parte en él.”, prohibición que entra en conflicto con el Acuerdo general sobre comercio y aranceles (en inglés GATT) acuerdo que data inicialmente desde 1947, y que en caso puntual de la importación de aparatos de refrigeración entra en conflicto con el mencionado artículo del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, hecho en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989). En este sentido, la Convención de Viena de 1969 en su Art. 30 especifica las normas aplicables para casos en los cuales existan acuerdos que regulan iguales materias, en el sentido de que cualquier acuerdo posterior prevalecerá en el caso que ambos Estados hayan suscrito ambos acuerdos.

⁵⁴⁶ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), *Los mecanismos de control de la aplicación y del cumplimiento de los tratados internacionales multilaterales de protección del medio ambiente*. Tesis Doctoral. España: Universitat Rovira i Virgili, Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 15.04.2010 (<http://www.tdx.cat/handle/10803/8765>), p. 158.

⁵⁴⁷ Vid. ROMANO, C. (2000), *The Peaceful settlement of international environmental disputes: a pragmatic approach*. The Hague: Kluwer Law International, cop., p. 85.

fundamentalmente dentro del marco de las ciencias políticas - al de “régimen legal internacional” - utilizado por el Derecho internacional -. Ahora bien, para el autor queda claro su contraste pues aunque son similares presentan diferencias estructurales.

Por su parte, el concepto de “régimen legal internacional” generalmente lo configuran normas que tienen su génesis en la *soft law* o en la *hard law*, y que rigen una determinada área de las relaciones internacionales, generalmente vinculadas a un *pivot agreement* (Convención de Viena sobre relaciones consulares y diplomáticas es un ejemplo de lo anterior), no siendo extraño encontrar instituciones internacionales para regular y desarrollar un determinado “régimen jurídico internacional”, aunque de hecho, en el caso del régimen jurídico internacional del Derecho diplomático, tales instituciones no existen.

En cambio el concepto de “régimen ambiental” presenta un carácter algo más institucional orientado a las regulaciones desarrolladas en las instituciones internacionales por medio de tratados. De este modo los tratados internacionales se establecen como base para dar forma a todas aquellas reglas del régimen, como también, a las normas que conciernen a actividades específicas.

Los autores LEVY, YOUNG y ZÜRN,⁵⁴⁸ luego de realizar una revisión de distintas definiciones sobre el concepto, proponen que: «los regímenes internacionales son instituciones sociales que por medio de principios, normas, reglas, procedimientos y programas, rigen las interacciones de actores en temas y áreas específicas»; como ellos mismos destacan con esta definición se diferencian los regímenes de las organizaciones internacionales, cabe destacar que asimismo, los regímenes reconocen las prácticas desarrolladas por estas últimas. En la práctica, las organizaciones internacionales y los regímenes internacionales a menudo están estrechamente ligados. Las organizaciones internacionales llevan a cabo regularmente una serie de funciones de los regímenes internacionales, como la vigilancia, la recopilación de información, y la revisión de la regla. Por otra parte, las organizaciones internacionales pueden funcionar como foro de adopción de mecanismos. Destacan asimismo, su carácter de como instituciones sociales que influyen tanto en el comportamiento de

⁵⁴⁸ Vid. LEVY, M.A., YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (1996), “ The Study of International Regimes”. *European Journal of International Relations*, nº. 1, pp. 267-330.

los Estados como en el de sus ciudadanos. Las cuales están formadas por principios formales e informales y normas, así como de procedimientos específicos. La amplitud del concepto recoge explícitamente también a los acuerdos no escritos y las relaciones entre Estados, así como los acuerdos legales formales, que influyen en cómo los Estados y los individuos se deberán comportar frente al área que se trata.

Asimismo se debe subrayar el enfoque institucionalista que entregan YOUNG y LEVY,⁵⁴⁹ los que consideran al régimen internacional ambiental como «las instituciones sociales consistentes en un grupo consensuado de principios, normas, reglas, procedimientos y programas, en las que interactúan diferentes actores en áreas específicas». Desde otra perspectiva, para KRASNER⁵⁵⁰ «Los regímenes internacionales se definen como principios, normas, reglas y procedimientos decisorios a través de los cuales las expectativas de los actores convergen en una determinada área». Como apuntan HAGGARD y SIMMONS⁵⁵¹, Krasner busca un término medio entre "orden" y compromisos explícitos, haciendo hincapié en la dimensión normativa de la política internacional.

Otro enfoque lo entregan KRATOCHWIL y RUGGIE,⁵⁵² quienes los entienden como:

« [...] acuerdos gubernamentales establecidos por los Estados para coordinar sus expectativas y organizar aspectos del comportamiento internacional en diferentes áreas. Los regímenes comprenden un elemento normativo, la práctica de los Estados y los modos de organización».

Un aspecto al que ROMANO⁵⁵³ le asigna importancia es que en estos se combinan tanto los tratados internacionales multilaterales como las organizaciones internacionales, actores que se han transformado en fundamentales para el desarrollo del Derecho internacional del medio ambiente. Donde los primeros entregan un *set* de

⁵⁴⁹ Vid. YOUNG, O.; LEVY, M.A. (1999), "The Effectiveness of International Environmental Regimes", en YOUNG, O.R. (1999). *The Effectiveness of International Environmental Regimes. Causal connections and Behavioral Mechanisms*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, p. 1.

⁵⁵⁰ Vid. LEVY, M.A., YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (1996), pp. 267-330. El autor en su libro desarrolla una definición de régimen internacional que será bastante debatida por otros autores, para mayor profundización ver KRASNER, S.D. (Ed.) (1983), *International Regimes*. Ithaca and London: Cornell University Press. 1983, particularmente en KRASNER, S.D. (1983), "Structural Causes and Regime Consequences: Regimes as Intervening Variables", in KRASNER, 1-22.

⁵⁵¹ Vid. HAGGARD, S.; SIMMONS, B.A. (1987), "Theories of International Regimes". *International Organization*, Vol. 41, No. 3 (Summer, 1987), pp. 491-517.

⁵⁵² Vid. KRATOCHWIL, F.; RUGGIE, J.G. (1986), "International Organization: A State of the Art on an Art of the State". *International Organization*, Vol. 40, No. 4 (Autumn), pp. 753-775.

⁵⁵³ Vid. ROMANO, C. (2000), p. 86.

obligaciones y las segundas, son instituciones con capacidad de instar y crear acuerdos, como también de entregar mecanismos de adaptación a estos nuevos marcos normativos que se van generando en torno a la cuestión internacional ambiental. En este sentido como los tratados, el régimen internacional debe establecer un marco jurídico específico para organizar una acción internacional coordinada para abordar problemas ambientales específicos. Y como subrayan KRATOCHWIL y RUGGIE,⁵⁵⁴ el contenido del régimen medioambiental va más allá de la regulación base que se estipula en un tratado internacional. Ya que si se les entregan determinados medios y poderes pueden participar en situaciones de deterioro o riesgo ambiental por medio del control internacional.

Asimismo, cabe destacar la importante capacidad de adaptación que presentan los regímenes ambientales lo que se aprecia básicamente en su ajuste a la constante información científica respecto a la situación tanto en áreas particulares como las que pueden involucrar a distintos medios o sectores. En este sentido se han convertido en las herramientas adecuadas para hacer frente a los problemas ambientales, especialmente las relativas a los intereses colectivos. Básicamente por tener la condición de combinar la normativa, hacer cumplir la ley y solución de controversias dentro de la misma institución. Esto explica por qué los procedimientos de incumplimiento se han desarrollado en el marco de los regímenes internacionales, y tal vez también por eso que casi no puede funcionar fuera de este contexto particular⁵⁵⁵.

Como bien expone BORRÀS PENTINAT⁵⁵⁶ la configuración de los regímenes se presenta como sistemas sociales, lo que significa que generarán

« [...] prácticas, roles, derechos y grados de organización que influyen en el cumplimiento del Derecho internacional. La creación de un régimen no solo constituye el origen de nuevas normas, sino también un proceso de institucionalización y la creación de normas procedimentales que rigen el funcionamiento interno del régimen internacional como la adopción de decisiones, la modificación de disposiciones convencionales, etc.»

⁵⁵⁴ Vid. KRATOCHWIL, F.; RUGGIE, J. G. (1986), pp. 753-775.

⁵⁵⁵ Vid. ROMANO, C. (2000), p. 86-87. Los regímenes internacionales tienen una destacada ventaja sobre los mecanismos de solución de controversias, ya que no se ven limitados por la letra de ley, pudiéndose buscar la adaptación a una nueva situación, simplemente se considera con expectativas a lograr una solución amistosa de la cuestión sobre la base del respeto de las disposiciones del acuerdo.

⁵⁵⁶ Vid. BORRÀS PENTINAT, S. (2007), pp. 161-162.

En este orden, no pasó inadvertida la publicación que fue realizada en un volumen de 1993 por *Internacional Social Science Journal*, donde cuatro académicos⁵⁵⁷ intentan evaluar las contribuciones de los regímenes dentro de la organización internacional, donde se muestran muy críticos con la denominada "teoría de los regímenes". En general se aprecia que la crítica va dirigida a la dificultad en encontrar una definición acerca del significado del concepto "régimen". Y en este sentido se refieren a la definición entregada por KRASNER⁵⁵⁸ definición que si bien exhibe un consenso importante no deja de presentar dudas respecto a dos grandes razones. Por una parte, se crítica la dificultad de diferenciación de los cuatro componentes de los regímenes « [...] principios, normas, reglas y procedimientos decisorios [...] »; como también, la "vaguedad" en la definición lo que dificulta encontrar los límites entre los distintos casos⁵⁵⁹.

Por su parte, ARMSTRONG, FARRELL y LAMBERT,⁵⁶⁰ realizan un breve análisis sobre las bondades de los regímenes internacionales medioambientales vistos desde distintas perspectivas. Una de línea institucionalista, otra constructivista y otra de carácter más bien realista. En este sentido destacan que desde la visión institucionalista, se disminuye el costo que se encuentra asociado con las transacciones de la cooperación internacional pues existen normas y prácticas que se encuentran asociados a este instrumento. Asimismo se crea un foro en el que los Estados pueden llegar a un consenso o a un acuerdo sobre objetivos comunes el cual sería imposible de lograr en ausencia de cooperación. Sin perder de vista que tanto sus normas como sus prácticas ayudan al aumento de la transparencia. En lo que respecta a las sanciones, la mayoría de los regímenes cuentan con mecanismos de presentación de informes nacionales con la consiguiente evaluación, aunque si bien a pesar de que

⁵⁵⁷ Para mayor profundización en el tema DE SENARCLENS, P. (1983), "Regime theory and the study of international organizations", *International Social Science Journal*; XLV, 4, p. 453-462; JÖNSSON, C. (1993), "International organization and co-operation: an interorganizational perspective", *International Social Science Journal*; XLV, 4, p. 463-477; CAPORASO, J. A. (1993), "Toward a sociology of international institutions: comments on the articles by Smouts, de Senarclens and Jönson", *International Social Science Journal*, XLV, 4, p. 479-489; MILNER, H. (1993), "International regimes and world politics: comments on the articles by Smouts, de Senarclens and Jönsson", *International Social Science Journal*, XLV, 4, p. 491-497.

⁵⁵⁸ *Cit. supra* 550.

⁵⁵⁹ *Vid.* LEVY, M.A., YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (1996), pp. 267-330.

⁵⁶⁰ *Vid.* ARMSTRONG, D., FARRELL T.; LAMBERT, H. (2009), *International law and international relations*, (1st published 2007 Reprinted 2009), United Kingdom: Cambridge University Press, p. 76.

normalmente no contienen mecanismos formales de sanción para los infractores.

Desde un plano constructivista, el proceso de creación y el fortalecimiento de un régimen a través del tiempo beneficia la creación y difusión de normas comunes entre los Estados, con consenso sobre el significado y la definición de un problema dado. Cabe destacar que en términos reales el poder que presentan estos instrumentos es de gran envergadura, y por la misma razón se aprecian luchas por la postulación de principios rectores o procedimientos de toma de decisiones, que presentan impacto no sólo al momento de elegir la definición de un concepto, sino también, del como resolver problemas, entre otras cosas.

Ahora bien, cabe señalar la importancia que las instituciones internacionales han prestado al desarrollo y cumplimiento dentro del marco del Derecho internacional del medio ambiente, que aunque faltas de las suficientes competencias para poder adoptar medidas y asegurar el cumplimiento mediante obligaciones jurídicas internacionales, han logrado avances destacables.

Asimismo los estrechos lazos entre el aspecto cognitivo y el normativo, ha logrado una sinergia para la actualización y desarrollo del régimen, situación que explica las constantes actualizaciones y modificaciones que se producen.

Como destaca GEHRING⁵⁶¹, en este tipo de acuerdos multilaterales ambientales que elaboran normas de carácter vinculante, por su lento proceso de ratificación y elaboración de enmiendas, actúan distintos tipos de instrumentos, tales como, interpretaciones, decisiones, declaraciones, incluso elaborando sus propios instrumentos de solución de conflicto. Dentro de este marco, Naciones Unidas ha tenido un papel destacado en este sentido, creando instituciones con importancia global. Como apuntan BIRNIE, BOYLE y REDGWELL⁵⁶² el término "gobernanza" aplicado a Naciones Unidas y sus organismos, queda notablemente reducido a un "gobierno mundial de tareas", debido a que esta organización no cuenta con los instrumentos idóneos para tales efectos: determinar la política o iniciar el proceso de elaboración de leyes internacionales. Pero sin duda ha logrado introducir la idea de que la comunidad de Estados tiene la responsabilidad de abordar los problemas comunes a través de una variedad de procesos políticos, y que, de algún modo, estos se deben encarar con un

⁵⁶¹ Vid. GEHRING, T. (1991), p. 37.

⁵⁶² Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), pp. 43-44.

sentido de interés colectivo. En general las instituciones internacionales son útiles como instrumentos para la aplicación de la ley en la medida que permiten a los Estados rendir cuentas frente a los otros Estados Miembros, presentándose así una especie de ejercicio de supervisión colectiva o comunitaria.

La relevancia de los actores que representan un papel activo dentro del régimen en el desarrollo del poder es y ha sido básico y fundamental para mantenimiento y continuidad del mismo. En este sentido es preciso distinguir las características generales, facultades y funciones con las cuales cuentan estos actores para el pleno cumplimiento de sus funciones dentro de su marco de actuación.

Por su parte SOMMER⁵⁶³, realiza una clasificación respecto de aquellos sujetos a los cuales se les entrega la tarea de control y cumplimiento de los acuerdos, dividiéndolos en dos grupos: los que denomina “*Policy-Making Organizations*” aquellos que adoptan normas generales, y las “*Treaty-Management Organizations*” aquellos adoptan normas de desarrollo o normas de carácter más técnico dentro del ámbito convencional.

Cabe tener en cuenta que aparte de las organizaciones internacionales tradicionales se han creado otras organizaciones establecidas en el marco de los convenios medioambientales cuyo objetivo es procurar la aplicación de las disposiciones generadas dentro de los mismos. La gestión de estas instituciones convencionales puede abarcar el ámbito mundial, regional o subregional, dependiendo del convenio en el cual se desarrollen. Y como enfatiza Sommer, a diferencia de las primeras, éstas tienen como objetivo fundamental la gestión de los tratados y están investidas de un mandato más amplio. Las primeras participan en el proceso legislativo por medio de la promulgación de legislación secundaria, en cambio las entidades de gestión de los tratados participan en la adopción de los reglamentos técnicos incluidos como anexos en las respectivas convenciones o enmiendas al respectivo tratado.

Una clasificación detallada entrega BORRAS PENTINAT⁵⁶⁴ donde desde una

⁵⁶³ Vid. SOMMER J. (1996), “Environmental law-making by international organisations”. *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht*, 56:628-667. En el primer grupo el autor destaca a instituciones como la *Food and Agriculture Organization* (FAO), *World Health Organization* (WHO), *Internacional Maritime Organization* (IMO), *International Atomic Energy Agency* (IAEA) y *World Meteorological Organization* (WMO). Las cuales cuentan con un mandato para la protección de la salud y la propiedad básicamente.

⁵⁶⁴ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 291.

perspectiva que involucre a los sujetos con poderes para el control de la aplicación y el cumplimiento de las disposiciones convencionales, establece una clasificación, en función de la naturaleza convencional o extra-convencional de la institución u órgano, y en función también de su poder de actuación general o *ad hoc*. Distinguiéndose: aquellas Instituciones externas a los tratados internacionales ambientales pero que sin embargo cuentan con funciones generales de coordinación y dirección dentro del marco de la política ambiental internacional; aquellas Instituciones externas con existencia previa a la suscripción a un tratado medioambiental, el que les entrega competencias de control de la aplicación y cumplimiento de las disposiciones convencionales; y por último, aquellas Instituciones internas convencionales creadas *ad hoc*.

4.3. La estructura institucional de los tratados multilaterales internacionales

Desde la década de 1970 se han suscrito una significativa cantidad de tratados multilaterales ambientales⁵⁶⁵ con un patrón común en sus estructuras institucionales.

Este mecanismo es establecido en el texto normativo del régimen, y en cada acuerdo, con el objetivo de supervisar el cumplimiento de las partes, en definitiva, el cumplimiento del régimen que lo contiene.

Cabe apuntar que debido a su naturaleza *ad hoc*, no se refieren a organizaciones intergubernamentales (OIG) en el sentido tradicional. Los autores CHURCHILL y ULFSTEIN les otorgan un carácter menos formal y más *ad hoc* que las organizaciones internacionales tradicionales⁵⁶⁶. Esta conclusión está basada como nos recuerda BORRAS PENTINAT⁵⁶⁷ en la definición de organización internacional

⁵⁶⁵ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 444. Previo a la década de 1970, las convenciones no preveían las reuniones periódicas de las Partes, la razón puede estar en el insuficiente nivel de cooperación existente, primaban los intereses de los Estados por sobre los comunitarios. Si eventualmente se preveía esta figura su funcionamiento escaso y su celebración podía realizarse en espacios de tiempo hasta de cinco años. Algunos ejemplos de estas convenciones los encontramos en: el Convenio de Bruselas, de 29 de noviembre de 1969, sobre la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen o puedan causar una contaminación por hidrocarburos, (Art. XIV.1 y 2). Otro ejemplo lo encontramos en el Tratado antártico, de 1 de diciembre de 1959. (Art. IX.1 del Tratado).

⁵⁶⁶ Vid. CHURCHILL, R.R.; ULFSTEIN, G. (2000), p. 623.

⁵⁶⁷ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 444.

establecida por SCHERMERS y BLOKKER,⁵⁶⁸ donde las califican como una forma de cooperación cimentada sobre un tratado internacional; entregando dos características que consideran básicas: 1. La toma de decisiones es ejercida por los representantes de los gobiernos. Además los órganos los integran miembros independientes de los Estados, los comités de expertos o de las asambleas parlamentarias pueden desempeñar un papel consultivo, los cuales generalmente no cuentan con el poder de tomar decisiones definitivas; y 2. En lo que respecta a cuestiones de importancia o relevancia, los Estados no están obligados a asumir decisiones si no están en acuerdo. Si bien, la organización intergubernamental en ocasiones puede tomar decisiones vinculantes, sólo es posible cuando la decisión en cuestión goza de la aprobación unánime de todos los miembros. Si bien, al momento de votar los Estados pueden impedir la adopción de un proyecto sugerido por la Organización Intergubernamental.

Estas estructuras institucionales *ad hoc* se desarrollan en tres niveles jerárquicos con distintas funciones. Formando todas una estructura unitaria donde cada una de ellas cumple una función que es complementarias de las otras. Asimismo, su naturaleza jurídica las dota de independencia respecto de los Estados Parte⁵⁶⁹. Estas estructuras son: un órgano político plenario con representación de todas las Partes, y los cuales cuentan con órganos auxiliares, una Secretaría, y uno o más órganos subsidiarios especializados. Solo las Secretarías cuentan con espacios permanentes y estables, ya que tanto las Conferencia de las Partes (por sus siglas en ingles COPs) como las Reuniones de las Partes (por sus siglas en ingles MOPs) son periódicas e itinerantes.

En general se denominan “Conferencia de las Partes” cuando se desarrollan estas estructuras en las convenciones o tratados marco y “Reunión de las Partes” cuando actúa dentro de la esfera de los protocolos de desarrollo del tratado marco. Esta institución interna aunque es característica de los convenios multilaterales medioambientales, se ha utilizado en otras áreas del Derecho internacional; es así

⁵⁶⁸ Vid. SCHERMERS, H.G.; BLOKKER, N.M. (1997), *International institutional law: unity within diversity*. (Third Revised Edition), The Hague: Martinus Nijhoff, pp. 39-41.

⁵⁶⁹ Vid. FERRAJOLO, O. (2003), “Les reunions des Etats Parties aux traites relatifs a la protection de l’environnement”, en *Revue Generale de Droit International Public*, tome CVII, nº. 1, pp. 73-79. Por ejemplo el Art. 7.2 de la UNFCCC expresa textualmente: “*The Conference of the Parties, as the supreme body of the Convention, shall keep under regular review the implementation of the Convention and any related legal instrument that the Conference of the Parties may adopt, and shall make, within its mandate, the decisions necessary to promote the effective implementation of the Convention*”.

como la encontramos en el Art. 112 del Estatuto de Roma de la Corte Penal internacional, de 17 de julio de 1998, como "Asamblea de los Estados Parte".⁵⁷⁰

La primera oportunidad donde se introduce de manera evidente la Conferencia de las Partes es en la Convención de Ramsar de 2 de febrero de 1971, relativa a los humedales de importancia internacional, particularmente como hábitat de aves acuáticas⁵⁷¹. El siguiente Convenio en la misma línea pero que va algo más allá que Ramsar es el Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias⁵⁷², de Londres 1972. Será en la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, Washington, 3 de marzo de 1973,⁵⁷³ donde por primera oportunidad se utiliza el término Conferencia de las Partes⁵⁷⁴.

Conferencia o Reunión de las Partes (COP, MOP), es el *forum* donde se negocian y se toman las medidas de adaptación y desarrollo de los regímenes ambientales,⁵⁷⁵ basándose fundamentalmente en el principio de cooperación⁵⁷⁶. La periodicidad con la que se reúnen depende de las actividades que desarrollen, pero generalmente estas al menos se reúnen cada año.

⁵⁷⁰ *Ibidem*, p. 75.

⁵⁷¹ Convenio relativo a las zonas húmedas de importancia internacional particularmente como hábitats de las aves acuáticas, Ramsar 2 febrero 1971 (BOE núm. 199, de 20 de agosto de 1982). Donde en el Art. 6, se le entregan a este órgano solamente funciones consultivas. Con posterioridad el 28 de mayo de 1987 se realiza una enmienda a los Art.s 6 y 7, quedando señalando que "Conferencia de las Partes contratantes para examinar y promover la aplicación".

⁵⁷² Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertido de desechos y otras materias, Londres, México D.F., Moscú y Washington, 29 de diciembre de 1972 (BOE núm. 269, de 10 de noviembre de 1975).

⁵⁷³ Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, Washington, 3 de marzo de 1973 (BOE núm. 181, de 30 de julio de 1986). Se le entregan una serie de facultades, aunque inicialmente no se contempló la adopción de disposiciones financieras, siendo agregadas en la enmienda a la Convención de 1979.

⁵⁷⁴ *Vid.* CHURCHILL, R.R.; ULFSTEIN, G. (2000), p. 629. Los autores destacan la diferencia existente entre los dos primeros Acuerdos multilaterales que no fueron realizados bajo el auspicio de Naciones Unidas, a diferencia del último.

⁵⁷⁵ *Vid.* BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009). p. 85

⁵⁷⁶ Algunos ejemplos de Convenciones multilaterales que instituyen esta figura son: la Convención para la protección de la capa de ozono, de Viena de 22 de marzo de 1986 (Art. 6), y su Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (Art. 11) y la Convención de Basilea, de 22 de marzo de 1989 sobre el control de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación (Art. 15); Conferencia de Río de 1992, sobre el medio ambiente y el desarrollo. Por ejemplo, la Convención marco sobre el cambio climático (Art. 7), el Convenio sobre la diversidad biológica (Art. 23) y la Convención sobre la lucha contra la desertificación, de 14 de octubre 1994 (Art. 22). En el plano regional, encontramos a la Convención de Barcelona de 1976 sobre la protección del medio marino y del litoral del Mar Mediterráneo (Art. 18); la Convención de Berna de 1979 relativa a la conservación de la vida salvaje y del medio natural de Europa (Art. 13); etc.

Otra de las características de las Conferencia de las Partes es que pueden ser permanentes o no permanentes. Ahora bien, a medida que estas instituciones se han ido consolidando y asumiendo sus tareas, la necesidad de adaptar mecanismos que favorezcan una cooperación habitual, ha conducido a los Estados a crear estructuras que favorezcan las reuniones frecuentes, los llamados órganos ejecutivos – Comités permanentes –, que dentro del marco de la Conferencia o Reunión de las Partes, se denominan Comisión o el Consejo permanente⁵⁷⁷.

Las funciones de desempeñan las Conferencias o Reuniones de las Partes son variadas⁵⁷⁸, siendo la principal el velar por cumplimiento y eficacia del tratado o convenio. Para tal fin, asumen otras funciones adicionales, las que BORRAS PENTINAT,⁵⁷⁹ divide en cinco grupos de funciones complementarias: funciones con proyección interna; funciones de desarrollo sustantivo; funciones de control de la aplicación y cumplimiento; funciones de relaciones intersubjetivas y otras funciones residuales. Donde muy sucintamente, las relativas a la proyección interna estarán esencialmente destinadas a la organización interna del tratado: organización en general, creación de normas y procedimientos de los organismos subsidiarios creados para facilitar su funcionamiento; las funciones de desarrollo sustantivo permiten a la Conferencia facilitar la adopción y desarrollo de nuevos compromisos sustantivos para las Partes, como la elaboración de enmiendas, tratado o a través de la adopción de nuevos protocolos; las funciones de control de la aplicación y cumplimiento, están destinadas vigilar a las Partes en este sentido y en caso de constatar el incumplimiento tomarán las decisiones necesarias para revertir tal situación; para tales efectos asumirán funciones de promoción, de evaluación, de recomendación, y funciones de

⁵⁷⁷ Vid. RÖBEN, V. (2000), pp. 369-371; BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 446. La Conferencia o Reunión de las Partes, puede llegar a reunirse hasta cada cuatro o cinco años, en cambio, el Comité permanente, una vez al año o más, dependiendo de las necesidades. En cada reunión se elabora el “acta de reunión” donde se incluyen todos los temas abordados, como por ejemplo: las decisiones o recomendaciones adoptadas, posibles enmiendas, presupuestos, etc.

⁵⁷⁸ Vid. RÖBEN, V. (2000), pp. 371-443. El autor divide sus funciones en cuatro grupos: función legislativa, función ejecutiva, función cuasi-judicial, y por último, la función de “policy-making”. Vid. CHURCHILL, R.R.; ULFSTEIN, G. (2000). Los autores destacan sus funciones internas: el establecimiento de órganos subsidiarios, sus reglas y procedimientos que los gobiernan; funciones que contribuyen al desarrollo de nuevas obligaciones sustantivas, pudiendo adoptar enmiendas, nuevos protocolos o actualizaciones del tratado; funciones de supervisión de las Partes, en lo que respecta a la implementación y cumplimiento del Convenio, y por último, pueden realizar actuaciones a nivel externo adoptando acuerdos con organizaciones internacionales y Estados.

⁵⁷⁹ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), pp. 446- 451.

sanción del incumplimiento. Por último, dentro de las funciones de relaciones intersubjetivas, asumirán funciones de cooperación, que por lo demás, no hay que olvidar, que la cooperación es el medio fundamental para que las Conferencias de las Partes cumplan sus funciones. La cooperación puede ser interna, entre las distintas instituciones y órganos del régimen, o externa, con organizaciones intergubernamentales o no gubernamentales que abordan las mismas materias. Asimismo, cumplen funciones residuales, es decir, todas aquellas funciones necesarias para cumplir con los objetivos de la Convención.⁵⁸⁰

Por su parte, la Secretaria es la estructura de carácter administrativo que surge con fuerza a partir de la Conferencia de Río. Si bien cumple la labor de apoyo administrativo, como es el caso en la ONU desde su creación en 1945, siendo su modelo el que se asume como guía al momento de incorporarlas en los tratados internacionales ambientales.⁵⁸¹ La existencia de órganos convencionales permanentes se ha transformado en característica de los regímenes convencionales medioambientales.

Como destaca BORRAS PENTINAT,⁵⁸² el

«interés por el establecimiento de un órgano convencional administrativo en el ámbito de la protección ambiental contribuye a caracterizar a esta realidad institucional de clásica y a la vez original. Clásica, porque se configura como un instrumento de ejecución al servicio de los órganos de decisión de las convenciones; y, original, porque su creación comporta, necesariamente, la adopción de un nuevo funcionamiento de la convención y la adopción de un nuevo lenguaje diplomático.»

Todos los acuerdos contienen artículos en el texto del Tratado que prevé el establecimiento y operación de una secretaría permanente,⁵⁸³ donde se detallan sus tareas. En general, el papel institucional de la Secretaría del Tratado es decidido por las

⁵⁸⁰ Vid. FERRAJOLO, O. (2003), pp. 73-79.

⁵⁸¹ Vid. SANDFORD, R. (1994), "International Environmental Treaty Secretariats: Stage-Hands or Actors?", in BERGESEN, H.E.; GEORG PARMANN, G. (Ed.), *Green Globe Yearbook of International Cooperation on Environment and Development*, Oxford: Oxford University Press, p. 17.

⁵⁸² Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 387.

⁵⁸³ Algunos ejemplos son la Convención de Washington, de 3 de mayo de 1973, sobre el comercio internacional de especies amenazadas de la fauna y flora silvestres; el Convenio de Berna, de 19 de septiembre de 1979, relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa; la Convención de Bonn sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres de 1979; o el Convenio para la protección del medio ambiente marino del Atlántico del Nordeste, de 22 de septiembre de 1992; o también, la Convención de Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, de 17 de junio de 1994.

Partes al comienzo de la proceso de negociación. Es en esta etapa donde se considerará la creación de una Secretaría provisional, para colaborar con las Partes con la gestión las negociaciones anteriores a la primera Conferencia de las Partes, que se celebra poco después de que el Tratado entre en vigor.

Después de la primera Conferencia de las Partes la Secretaría General se convierte en un órgano permanente. Esta figura no se produce siempre, siendo algunos ejemplos: la Convención del patrimonio mundial entró en vigor en 1975 aunque la Secretaría no fue una entidad permanente hasta 1992; la Convención de Ramsar entró en vigor en 1975 y su Secretaría no fue permanente hasta 1988. Las funciones de las secretarías provisionales suelen ser menores que las secretarías permanentes, cuya situación institucional está asegurada. Cuando la Secretaría se convierte en permanente, el foco de su tarea cambia, e incluirá la asistencia a las Partes contratantes a cumplir sus obligaciones en virtud del acuerdo y ayudar el proceso de enlace con terceros Estados para convencerlos de los beneficios de la incorporación al tratado.⁵⁸⁴

Asimismo, y como recuerda BORRAS PENTINAT,⁵⁸⁵ existe otra modalidad que es utilizada por algunos tratados internacionales, los cuales utilizan secretarías ya existentes en las organizaciones internacionales. Algunos ejemplos de esta practica la encontramos con la Secretaría de Naciones Unidas en la Convención sobre cambio climático de 1992; o el Director Ejecutivo del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con la Convención de Washington, de 3 de mayo de 1973, sobre el comercio internacional de especies amenazadas de la fauna y flora silvestres, o la Convención de Río de Janeiro, de 5 de junio de 1992, sobre la diversidad biológica, o la Convención de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación de 22 de marzo de 1989, o el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, de 22 de mayo de 2001; la Secretaría ejecutiva de la Comisión Económica para Europa, como en el caso de la Convención contra la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 13 de noviembre de 1979 y de sus protocolos, o del Convenio de Aarhus sobre el acceso a la información, la participación pública en las decisiones y en el acceso a la justicia en

⁵⁸⁴ Vid. SANDFORD, R. (1994), pp. 18-19; BORRAS PENTINAT, S. (2007), pp. 386-388.

⁵⁸⁵ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), pp. 386-388.

cuestiones ambientales, de 25 de junio de 1998.

Otro mecanismo empleado es la división de funciones en dos secretarías de organizaciones internacionales preexistentes, como es el caso del Convenio de Róterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional de 1998, en donde su Art. 19 asigna las funciones entre la Secretaría del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.⁵⁸⁶

En general se consideran el centro administrativo del Tratado pudiendo realizar una serie de tareas, muchas de las cuales difieren dependiendo de cada tratado. Por su parte, el informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, *“Internacional Environmental Governance: Multilateral Environmental Agreements”* (MEAs)⁵⁸⁷, de 18 de abril del 2001, señala que la función más importante de la mayoría de secretarías convencionales es la supervisión y la evaluación de la aplicación de las disposiciones convencionales, mediante la propuesta de formatos para la elaboración de los informes estatales de aplicación, recibiendo y analizando los informes recibidos y proporcionando a las Conferencias o Reuniones de las Partes una síntesis de la información contenida en los informes estatales.

Básicamente todas las actividades que realizan están enfocadas al servicio las Partes que han suscrito el Tratado. Cabe destacar: la organización de las reuniones, elaboración de informes del estado de los acuerdos a la Conferencia o Reunión de las Partes, la incorporación en relación con los textos de la Convención marco y protocolos de nueva información, incluidos los nuevos conocimientos científicos, sin cambiar el texto del Tratado.

Su presupuesto básico depende casi en su totalidad de la cuotas de los miembros. En algunos casos donde existe déficit originado por el no pago de las cuotas por parte de los Estados miembros, organismos como el PNUMA o la Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO, por sus siglas en

⁵⁸⁶ UNEP/FAO/PIC/CONF/5, de 17 de septiembre de 1998.

⁵⁸⁷ UNEP, Meeting of the Open-ended intergovernmental Group of Ministers or their Representatives on International Environmental Governance, *“Internacional Environmental Governance: Multilateral Environmental Agreements (MEAs)”*, New York, 18 April 2001, UNEP/IGM/I/INF/3, 6 April 2001, advance Unedited Copy.

ingles), entregan los valores necesarios para el funcionamiento.⁵⁸⁸

En lo que respecta a los órganos subsidiarios, estos pueden incorporarse al momento de elaborar el tratado o posteriormente. En general los podemos dividir en cuatro grupos, dependiendo del área donde desempeñan su función: los órganos con funciones políticas, con funciones consultivas, con funciones financieras, y por último, con funciones en la gestión de la aplicación y el cumplimiento del texto convencional. Ahora bien, también pueden crearse para cumplir otras funciones específicas.⁵⁸⁹

Los órganos subsidiarios de carácter político son generalmente los llamados Comités permanentes cuyas funciones son de carácter asistencial, básicamente, en relación con la Conferencia o Reunión de las Partes.

4.3.1. Intercambio de información y mecanismos de asistencia científica, técnica y económica

Como ya se ha destacado en párrafos precedentes, la cuestión científico técnica dentro de los regímenes multilaterales ambientales constituyen un área clave que exige el consenso entre las Partes. La constante actualización de datos y de información en estos ámbitos hace necesaria la adaptación de los instrumentos internacionales. El consenso se transforma en fundamental si asumimos que estos acuerdos, en su mayoría de carácter vinculante, son más estrictos y transversales, pues tienden a abarcar las distintas áreas que pueden incidir en las metas deseadas⁵⁹⁰.

La muchas veces compleja relación entre la evidencia científica y las medidas políticas y/o económicas, hacen necesaria la existencia de órganos técnicos que puedan actuar con la más elevada independencia. En este sentido los regímenes ambientales han estructurado mecanismos intentando disminuir al máximo el engorroso proceso de negociaciones al momento de elaborar las políticas de desarrollo en el marco del régimen.

⁵⁸⁸ Vid. SANDFORD, R. (1994), pp. 19-20.

⁵⁸⁹ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), pp. 398-400. Un ejemplo de estos grupos *ad hoc* es el que fue creado sobre el Mandato de Berlín formado por la Conferencia de las Partes de la Convención sobre cambio climático, que trabajó en el marco de la adopción del Protocolo de Kyoto.

⁵⁹⁰ Vid. GÜNDLING, L. (1996), "Compliance Assistance in International Environmental Law: Capacity-Building through Financial and Technology Transfer", *Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht*, n.º. 56, 1996, Disponible [en línea] recuperado el 14.10.2010 (<http://www.zaoerv.de>) pp. 796 y ss. P. 797.

Un aspecto importante de tener en cuenta al momento de considerar la asistencia científica y económica, es el intercambio de información entre las Partes, información que deberá estar presente asimismo, y como ya lo hemos destacado en el ámbito del cumplimiento y aplicación de un acuerdo cualquiera.⁵⁹¹

En este sentido los procesos de intensa comunicación entre los científicos y los responsables políticos, tienen como objetivo integrar conocimientos de diferentes disciplinas científicas, por ejemplo, economía, química, ciencias de la tierra, ecología, meteorología, y otras fuentes de conocimiento, para proporcionar información útil para la toma de decisiones.

Ahora bien, la información que fluye dentro de un régimen ambiental puede tener básicamente tres objetivos: por una parte, servir como mecanismo de asistencia y colaboración entre las Partes, de análisis y evaluación del desempeño del acuerdo, como también, como un mecanismo de control siendo sin lugar a dudas, fundamental para realizar el control de cumplimiento de los acuerdos⁵⁹².

El intercambio de información generalmente viene regulado dentro del texto convencional, estableciendo las obligaciones y procedimientos, donde cada Parte debe entregar la información pertinente en conformidad con los objetivos de tratado. Respecto del intercambio de información relativa al ámbito material objeto de protección puede ser de distinto tipo: información científica, técnica, económica y jurídica⁵⁹³. Cabe destacar el énfasis que se realiza al intercambio de información entre los países desarrollados y en vías de desarrollo⁵⁹⁴.

En lo que atañe al intercambio de información científica y técnica, en particular, dentro de esta se incluirán los datos obtenidos de las investigaciones

⁵⁹¹ Vid. ROSE, G. (2011), "Interlinkages between Multi-Lateral Environmental Agreements: International Compliance Cooperation", en PADDOCK, L., et al. (Ed.) (2011), *Compliance and enforcement in environmental law: toward more effective implementation*. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 3-9.

⁵⁹² Vid. BREITMEIER, H. (2006), "Institutions, knowledge, and change: findings from the quantitative study of environmental regimes", en WINTER, G. (Ed.) (2006), *Multilevel Governance of Global Environmental Change. Perspectives from Science, Sociology and the Law*. Cambridge: Cambridge University.

⁵⁹³ El objeto de intercambio también puede incluir información sobre programas de capacitación y de estudio, conocimientos especializados, conocimientos autóctonos y tradicionales, por sí solos y en combinación con nueva tecnología. Como se expresa por ejemplo en el Art. 8 del CLRTAP.

⁵⁹⁴ Tal referencia la podemos encontrar en el Art. 17.1 del Convenio sobre la diversidad biológica de 5 de junio de 1992.

realizadas y de los proyectos en vista. Asimismo, se contempla la publicación en distintos medios científicos internos y externos.

La utilización de mecanismos financieros es necesaria para dar cumplimiento a las disposiciones convencionales del convenio. Cabe recordar que si bien los Estados tienen responsabilidades comunes, existen características socioeconómicas y tecnológicas específicas que los diferencian, y que fundamentan la necesidad de asumir desiguales obligaciones entre los diferentes Estados Partes en un convenio medioambiental.⁵⁹⁵ En este sentido y como destaca BRYNER⁵⁹⁶ la Cumbre de la Tierra y sus acuerdos muestran que el logro de la agenda global de la sostenibilidad del medio ambiente requiere tanto de la participación de los países en desarrollo como las naciones industrializadas las que desempeñan un papel importante en la financiación de la ejecución de estos acuerdos.

Este tipo de mecanismos de financiación fue introducido por primera vez de manera provisional en la enmienda adoptada en la Segunda Reunión de las Partes celebrada en Londres, el 29 de junio de 1990⁵⁹⁷ creándose - el *Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol*" - y adoptada definitivamente en la Cuarta Reunión de las Partes en Copenhague el 25 de noviembre de 1992⁵⁹⁸ del Protocolo de Montreal⁵⁹⁹, y que comenzó a funcionar a plenitud en 1993. Cabe destacar que esta medida influyó en las negociaciones de la Conferencia de Naciones Unidas para el medio ambiente y el desarrollo de 1992, donde se incluyeron disposiciones específicas

⁵⁹⁵ Al respecto el Principio 7 de la Declaración de Río de Janeiro de 1992, señala expresamente "Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que les cabe en la búsqueda internacional del desarrollo sostenible, en vista de las presiones que sus sociedades ejercen en el medio ambiente mundial y de las tecnologías y los recursos financieros de que disponen".

⁵⁹⁶ Vid. BRYNER, G.C. (1997), "Implementing Global Environmental Agreements in the Developing World", *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy Yearbook*. 1. p. 12.

⁵⁹⁷ Enmienda al Art. 10 del Protocolo de Montreal (ILM 30, 1991, p. 537).

⁵⁹⁸ ILM 31 (1992), p. 847.

⁵⁹⁹ Vid. KAUFFMAN, J. (1994), "Global Environmental Politics: lessons from Montreal". *Environmental Impact Assessment Review*, 14:3-9. GILES CARNERO, R. (2011), "La protección internacional de la capa de ozono" en SINDICO, F., FERNANDEZ EGEA, R.; BORRÀS PENTINAT, S. (Editores) (2011), *Derecho internacional del medio ambiente: Una Visión desde Iberoamérica*. United Kingdom, CMP Publishing Ltd., pp. 181-182.

tanto en la Convención Marco sobre cambio climático como en la Convención sobre la diversidad biológica⁶⁰⁰.

Asimismo existen otros tipos de mecanismos internos como el establecimiento de fondos rotatorios para prestar asistencia provisional o los de carácter voluntario⁶⁰¹. Por otra parte, también existen los organismos de financiación externos como por ejemplo: el Fondo de las Naciones Unidas para el medio ambiente (FMAM) creado por la Conferencia de Estocolmo en 1972⁶⁰² y que es gestionado por el PNUMA, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial o su (“*Global Environmental Facility (GEF)*”) creado por el Banco Mundial provisionalmente en 1991. Actualmente sus actividades son dirigidas por una estructura institucional tripartita: Banco Mundial, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.⁶⁰³

4.3.2. Mecanismos de control y cumplimiento de acuerdos multilaterales medioambientales

Los mecanismos del control del cumplimiento de los acuerdos multilaterales medioambientales, han surgido como una variación a los métodos tradicionales utilizados por el Derecho internacional para la resolución de conflictos. En este sentido y como veremos más adelante, el régimen que nos ocupa al igual que otros⁶⁰⁴ han ido desarrollando este tipo de procedimientos de acuerdo a sus propias características.

⁶⁰⁰ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 401. Como nos recuerda la autora, si bien se incluyeron disposiciones en ambos convenios, no estuvo falta de controversias, pues «los países desarrollados reafirmaron su objetivo para proporcionar recursos financieros, sin aceptar una obligación legal internacional al respecto. Por su parte, los Estados en vías de desarrollo, a pesar de estar interesados en recursos financieros adicionales, objetaron la relación entre la asistencia para el desarrollo y la protección ambiental, entendiendo esta relación como una injustificada condicionalidad que podría interferir en el principio de soberanía permanente sobre los recursos naturales.»

⁶⁰¹ Vid. GÜNDLING, L. (1996), pp. 796 y ss.

⁶⁰² Res. AGNU A/Res/2997 (XXVII), de 15 de diciembre de 1972.

⁶⁰³ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), pp. 402-403.

⁶⁰⁴ En general podemos encontrar numerosos acuerdos multilaterales ambientales que cuentan con organismos encargados de procurar mediante un procedimiento establecido el cumplimiento y la aplicación de los mismos. Generalmente estos organismos creados para tales efectos son Comités, integrados por las Partes. Para ilustrar lo anterior podemos destacar el Protocolo de Montreal a la Convención de sobre Capa de Ozono presenta un Comité de Aplicación; la CMNUCC ha desarrollado los procedimientos y mecanismos a través de la Comité de Cumplimiento establecido en el Protocolo de Kyoto; el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) ha desarrollado procedimientos y mecanismos

Al respecto ULFSTEIN, MARAUHN y ZIMMERMANN⁶⁰⁵, destacan su importancia para garantizar el cumplimiento de un acuerdo: la interdependencia entre la estructura del tratado y el mecanismo a utilizar, y muy particularmente los contenidos y obligaciones que las Partes asuman. Por esta razón los Estados al momento de realizar las negociaciones y conformar un acuerdo deben ser conscientes de la necesidad de dar forma al contenido de sus obligaciones contractuales de modo claro y definitivo; con mecanismos de control y cumplimientos adecuados a las características del acuerdo.

Un factor a tener en cuenta es que generalmente los incumplimientos a las obligaciones de preservación y protección del medio ambiente no presentan impacto directo negativo en un Estado Parte en particular; más bien inciden sobre el conjunto, lo cual ratifica la necesidad una organización colectiva, que persigan intereses Estado-comunidad. Situación que se hace evidente en los regímenes de protección del aire, como el que los ocupa.

Para lograr entender de mejor manera como se desarrollan estos mecanismos de control, nos apoyaremos en ULFSTEIN, MARAUHN y ZIMMERMANN⁶⁰⁶, para los cuales existen dos tipos de obligaciones dentro de los tratados, aquellas “orientadas a los resultados” o “*result-oriented*” y las “orientadas a la acción” o “*action-oriented*”.

Como primera reflexión, comparando ambas orientaciones, podemos destacar que aquellas obligaciones “orientadas a la acción” pueden presentar serias deficiencias debido a objetivos muchas veces abstractos, sin plazos de tiempo definido para la consecución de o los objetivos propuestos, con medidas que también

para promover el cumplimiento y tratar los casos de incumplimiento a través del comité de cumplimiento establecido bajo el Protocolo de bioseguridad.

⁶⁰⁵ Vid. ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A., (2008), “Conclusions drawn from the Conference on Ensuring Compliance with MEAs”, en ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (Ed.) (2008). pp. 359-369.

⁶⁰⁶ Vid. ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A., (2008), p. 361. Dentro de los tratados con objetivos destinados a la acción, los autores destacan por ejemplo, la Convención internacional para la regulación de la caza de ballenas de 1946; la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) de 1973; el Convenio de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas sobre la evaluación del impacto ambiental en un contexto transfronterizo (ESPOO) de 1991; el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación de 1989; la Convención sobre diversidad biológica de 1992; la Convención de París sobre la protección del medio ambiente marino del Noreste del Atlántico de 1992; y el Protocolo de Cartagena sobre Biodiversidad de 2000.

presentan características generales y poco definidas. Por otra parte, no pareciera de gran dificultad evaluar si las medidas asumidas por un Estado Parte han sido significativas; lo que si resulta engorroso y casi imposible es determinar si esa Parte ha logrado el objetivo del tratado en la práctica.

Por el contrario, aquellas “orientadas a los resultados” son fácilmente evaluables. Un claro ejemplo de esta situación se presenta con los tratados destinados a disminuir emisiones y aplicar estándares, como es el caso del Protocolo de Montreal sobre las sustancias que agotan la capa de ozono de 1987 o la Convención de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes de 2001.

En general, cada mecanismo de cumplimiento debe estructurarse de acuerdo al marco en el que actuará, aunque para ULFSTEIN, MARAUHN y ZIMMERMANN⁶⁰⁷ existen algunas consideraciones y características que serán comunes a todos. Por ejemplo, los regímenes medioambientales deben contar con herramientas que le permitan evaluar el grado de cumplimiento de sus objetivos; un procedimiento de incumplimiento puede ser un mecanismo útil para además de evaluar los casos de incumplimiento entregar respuestas y orientaciones adecuadas para el cumplimiento de los fines para el cual el régimen fue desarrollado; y por último, se requiere de una institución que pueda cumplir con el procedimiento de incumplimiento.

Asimismo, para el buen desarrollo de un régimen y para que el mecanismo de cumplimiento pueda operar efectivamente, la información del nivel de aplicación y cumplimiento de los acuerdos desde las Partes hacia los organismos encargados es clave y básica. En este sentido el sistema elegido son los reportes periódicos⁶⁰⁸. Este mecanismo cobra una especial relevancia debido a que generalmente en los regímenes medioambientales multilaterales prevalecen, más que las obligaciones recíprocas, los intereses generales⁶⁰⁹, siendo este procedimiento la mejor herramienta para el

⁶⁰⁷ Vid. ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A., (2008), p. 362. Los autores destacan el rol que las Organizaciones No Gubernamentales pueden jugar en este sentido, siendo necesario previamente una definición clara del mismo con las consiguientes garantías procesales.

⁶⁰⁸ Los reportes pueden cumplir diferentes funciones, como por ejemplo servir para monitorear y obtener datos en vista a mejorar o establecer nuevos estándares.

La exigencia de su presentación como ocurre en la gran mayoría de los regímenes que utilizan este método como control del cumplimiento, presta otra utilidad como instrumento de presión o persuasión, porque su exigencia de ser presentados pone en conocimiento la situación de todas las Partes.

⁶⁰⁹ Vid. ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (2008), pp. 362-363; SACHARIEW, K. (1991), “Promoting compliance with international environmental legal standards: reflexions on monitoring and reporting mechanisms”. *Yearbook of International Environmental Law*, nº. 2, (31-52).

conocimiento de la situación de las Partes. Como también para conocer los verdaderos alcances del deterioro del medio ambiente y la incidencia de la actividad humana⁶¹⁰.

En general, podemos considerar que el control que se ejerce desde el plano internacional para el cumplimiento de los acuerdos internacionales asumidos por los Estados es un instrumento fundamental para reforzar la implementación y aplicación de las normas internacionales en materia ambiental. Dicho de otro modo, la función que presentan los procedimientos de control de cumplimiento en el Derecho internacional del medio ambiente se puede describir como la búsqueda de problemas en la aplicación y el cumplimiento de los tratados, para de este modo corregirlos con medidas destinadas a lograr el pleno cumplimiento. Ahora bien, a juicio de EHRMANN⁶¹¹ existen dos principios esenciales para lograr el éxito en la aplicación de un acuerdo internacional: el principio de cooperación y el principio de flexibilidad con respecto a las medidas de respuesta. Siendo la cooperación - que depende de las Partes - la base de todo el procedimiento, pues la Parte que no cumple no puede ser acusada, siendo el diálogo entre las Partes representadas por un comité el único camino para llegar al cumplimiento. Asumiendo, por cierto, las circunstancias específicas de cada caso de incumplimiento, el grado y la frecuencia de incumplimiento, aplicando de este modo el principio de flexibilidad.

Una de las causas más comunes de incumplimiento es el déficit de capacidad técnica entre las Partes, razón por la cual la ayuda internacional prestada por la comunidad de los Estados Parte es el principal objetivo de las medidas de respuesta.

Otro factor a considerar son los constantes cambios y adaptaciones que el ordenamiento jurídico internacional sufre para ir conciliándose con la problemática medioambiental; lo que origina la constante revisión y actualización de la normativa de los regímenes ambientales, con la evidente afectación en los procesos de aplicación y cumplimiento de la normativa por los Estados. En vista de este contexto se han desarrollado mecanismos como el monitoreo, la elaboración de informes o consultas

⁶¹⁰ Art. 4 of the 1980 Memorandum of Intent between the United States and Canada concerning Transboundary Air Pollution, in 20 *ILM* 690 (1980). “[...] in order to understand their common problema and to increase their capability for controlling transboundary air pollution”.

⁶¹¹ *Vid.* EHRMANN, M. (2002).

dependiendo de cada situación en particular⁶¹².

Tradicionalmente la violación de una obligación internacional es considerada como un acto ilícito que trae como consecuencia el deber de reparación, de conformidad con el Derecho internacional. Asimismo, la Parte perjudicada podría tomar contramedidas mediante la adopción de medidas con el objetivo de forzar la igualdad entre las mismas. Como destaca BORRAS PENTINAT, «En la práctica, ni el recurso a la responsabilidad internacional, ni la posibilidad de imponer de sanciones serían efectivas para asegurar el cumplimiento de las normas y obligaciones internacionales en materia ambiental»⁶¹³.

En términos del Art. 60.1 la Convención de Viena sobre el derecho de los tratados:

“Una violación grave de un tratado bilateral por una de las partes facultará a la otra para alegar la violación como causa para dar por terminado el tratado o para suspender su aplicación total o parcialmente.” Continuando en el Art. 60.3 “Para los efectos del presente artículo, constituirán violación grave de un tratado:

- a) un rechazo del tratado no admitido por la presente Convención; o
- b) la violación de una disposición esencial para la consecución del objeto o del fin del tratado.”

Cabe apuntar que existe incertidumbre respecto a la utilización de este texto lo que ha complicado su utilización por parte de los tribunales competentes⁶¹⁴.

Ahora bien, si nos centramos en los tratados multilaterales ambientales, tanto los de ámbito mundial como regional, el incumplimiento es si cabe menos probable para justificar la terminación de un tratado en relación con la parte incumplidora, ya que el resto de las Partes no están interesadas en debilitar el tratado disminuyendo el número de Partes, sino en que se cumpla. Debido a esto, para el caso de los tratados ambientales, los Estados han recurrido a otro tipo de mecanismos con características y procedimientos más conciliadoras pero no por esto menos efectivos; esto se resume en el uso de las instituciones internacionales, de controles estipulados en los tratados o de los medios diplomáticos para tratar los casos de incumplimiento.

Por otra parte, en el marco de un tratado multilateral existen oportunidades en las cuales como apuntan BIRNIE, BOYLE y REDGWELL,⁶¹⁵ no se

⁶¹² Vid. KOSKENNIEMI, M. (1992), p. 127; BOYLE, A.E. (1992), p. 229.

⁶¹³ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 142.

⁶¹⁴ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), pp. 237-239.

encuentra claridad al catalogar el "incumplimiento", cuando se presenta como una "violación" o por la "no aplicación" de lo establecido por el tratado. En último término, lo relevante será que se trata de un incumplimiento de la norma(s) establecida(s). Los autores ponen de relieve tres ejemplos de procedimientos de no cumplimiento: El modelo de "*non-compliance*" del Protocolo de Montreal⁶¹⁶, el "*Compliance Committee*" de la Convención de Aarhus⁶¹⁷ y el "*Compliance Committee*" del Protocolo de Kyoto⁶¹⁸.

En el modelo de "*non-compliance*" del Protocolo de Montreal,⁶¹⁹ este procedimiento puede ser invocado por la secretaría o cualquier Estado Parte que considere que existen problemas respecto al cumplimiento del protocolo. La cuestión a resolver se entrega para la investigación a un Comité de Aplicación, el cual cuenta con diez miembros elegidos sobre la base de la representación geográfica equitativa. Este Comité tendrá por tarea principal el estudio de las comunicaciones, la información y las observaciones recibidas con el objetivo de conseguir una solución amistosa del asunto, evidentemente, sobre la base del respeto de las disposiciones del protocolo⁶²⁰.

Este Comité emite un reporte a la Reunión de las Partes, que decidirá acerca de las medidas a tomar para revertir el incumplimiento; medidas que pueden ser de carácter financiero, técnico o de asistencia y formación. Ahora bien si las medidas adoptadas no fueran efectivas o fueran insuficientes, pueden emitirse medidas de carácter cautelar⁶²¹, o, como último recurso, los derechos y privilegios en virtud del tratado pueden ser suspendidos de conformidad con el derecho de los tratados⁶²².

⁶¹⁵ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), p. 245.

⁶¹⁶ BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989.

⁶¹⁷ Convenio sobre el acceso a la información, la participación pública en las decisiones y el acceso a la justicia en cuestiones ambientales, Aarhus (Dinamarca), de 25 de junio de 1998 (BOE núm. 40, 16 febrero 2005).

⁶¹⁸ BOE núm. 33, de 8 de febrero de 2005.

⁶¹⁹ Report of the Implementation Committee under the non-Compliance Procedure for the Montreal Protocol Twentieth meeting Geneva, 6-7 July 1998. UNEP/OzL.Pro/ImpCom/20/4 9 July 1998.

⁶²⁰ Para mayor detalle Véase GILES CARNERO, R. (2009), "El Protocolo de Kioto como modelo de gestión ambiental global", en REMIRO BROTONS, A.; FERNÁNDEZ EGEA, R.M. (Ed.) (2009), *El cambio climático en el Derecho internacional y comunitario*. Bilbao: Fundación BBVA, pp. 45-58.

⁶²¹ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 587. Las medidas de carácter cautelar consisten en la formulación de advertencias, sin más concreción.

⁶²² Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), pp. 246-248. La reunión de las Partes podrá adoptar medidas apropiadas cuando un Estado en desarrollo notifique a la secretaría de su incapacidad

Por su parte el “*Compliance Committee*” de la Convención de Aarhus, en muchos aspectos es similar al procedimiento anteriormente descrito, pero se le puede considerar un procedimiento que enfatiza el “no conflicto, no judicial y consultivo”⁶²³. Asimismo, las quejas ante el Comité⁶²⁴ podrán ser presentadas por el público en general y por ONGs.

Este Comité estudia las quejas y dicta resoluciones que sean coherentes con las disposiciones de la Convención y con la jurisprudencia emergente. Lo anterior da lugar a recomendaciones para las Partes que incumplen; recomendaciones que pueden ir desde una adaptación de la normativa interna, hasta el apoyo en capacitación o formación. Ahora bien, en teoría la Reunión de las Partes puede suspender derechos y privilegios o tomar otras medidas en caso de incumplimiento o no conformidad⁶²⁵.

Por último, en lo que atañe al procedimiento utilizado por el Protocolo de Kyoto, los autores BIRNIE, BOYLE y REDGWELL⁶²⁶ puntualizan: « [...] *complying with the Kyoto Protocol is not necessarily easy or cheap*», y esto se debe fundamentalmente a que la implementación de los mecanismos que involucran su cumplimiento son complejos; involucrando implementaciones conjuntas, mercados de emisiones entre los Estados y mecanismos de desarrollo limpio mediante reducción de emisiones⁶²⁷.

La Conferencia de las Partes es el principal órgano supervisor⁶²⁸ - tanto de la Convención Marco sobre cambio climático como del Protocolo de Kyoto -,

para aplicar el protocolo a través del fracaso de los países desarrollados a proporcionar financiación o la tecnología.

⁶²³ Establecido bajo el Art. 15 del Convenio sobre el acceso a la información, la participación pública en las decisiones y el acceso a la justicia en cuestiones ambientales, Aarhus (Dinamarca), de 25 de junio de 1998 (BOE núm. 40, 16 febrero 2005). “La Reunión de las Partes adoptará por consenso mecanismos facultativos de carácter no conflictivo, no judicial y consultivo para examinar el cumplimiento de las disposiciones del presente Convenio. Esos mecanismos permitirán una participación apropiada del público y podrán prever la posibilidad de examinar comunicaciones de miembros del público respecto de cuestiones que guarden relación con el presente Convenio.”

⁶²⁴ Aarhus Convention, Decision 1/7: Review of Compliance, *Report of the 1st Mtg of Parties*, UN Doc ECE/MP PP/2/2/Add 8 (2004). También Véase *Report of the Compliance Committee*, UN Doc ECE/MP PP/2005/13 820059.

⁶²⁵ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), pp. 248-249.

⁶²⁶ *Ibidem*, p. 249.

⁶²⁷ Vid. BRANDER, L. (2003), “The Kyoto mechanism and the economics of their design”, in FAURE, M., GUPTA, J.; NENTJES, A. (Ed.) (2003). *Climate change and the Kyoto protocol: the role of institutions and instruments to control global change*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, pp. 25-44.

⁶²⁸ CMNUCC, Nueva York, 9 de mayo de 1992 (31 *ILM*. 849, 1992; BOE núm. 27, 1 de febrero de 1994), Art. 7; Protocolo de Kyoto de 1997, de 11 de diciembre de 1997 (BOE núm. 33, de 8 de febrero de 2005), Art. 13.

encargado de regular y mantener una adecuada implementación y eficacia de ambos instrumentos, recibiendo para tales funciones apoyo de los llamados “órganos complementarios” o “*supplementary bodies*”, el *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice* (SBSTA) y *Subsidiary Body for Implementation* (SBI)⁶²⁹, aunque cabe destacar que el IPCC se considera la principal fuente científica y técnica, autorizada e independiente⁶³⁰.

Estos “órganos complementarios” son los primeros en realizar la evaluación del estado de los conocimientos científicos relacionados con el cambio climático y los efectos de las medidas de aplicación; colaborando con la Conferencia de las Partes en la "evaluación y revisión de la aplicación efectiva" de la Convención y el protocolo y examina los informes de las Partes en virtud del Art. 12 de la Convención y el Art. 7 de la implementación del protocolo relativo a las emisiones proyectadas. Asimismo son responsables de la elaboración de directrices sobre cuestiones como la transferencia de tecnología, el mecanismo financiero, y de consultas con empresas y ONGs.

Como apunta WERKSMAN⁶³¹ la historia del tratamiento de cuestiones de cumplimiento dentro del marco de la CMNUCC se reflejan en el Art. 13 del texto, el cual fue modificado posteriormente por una comisión *ad hoc* (AG13)⁶³², como también los Arts. 16 y 18 del Protocolo de Kyoto. Cabe hacer notar que durante las negociaciones para el Acuerdo Marco las partes no dieron su apoyo a un mecanismo fuerte. Básicamente el mecanismo establecido por AG13 está basado en la “no-confrontación” y “facilitador”.

Por medio de negociaciones este protocolo asumió la necesidad de contar con mecanismos más firmes y más sofisticados para la aplicación e incumplimiento. De este modo, además de los "tradicionales" procedimientos de solución de controversias. Se elaboraron tres grupos distintos de normas, procedimientos y mecanismos que podría proporcionar los medios para determinar y abordar los casos de incumplimiento de las Partes: 1. Un proceso de revisión profunda o “*in-depth*

⁶²⁹ Protocolo de Kyoto, Art. 15.

⁶³⁰ Vid. BODANSKY, D. (1992), “Managing Climate Change”, *Yearbook of International Environmental Law*, nº 3, (60-74).

⁶³¹ Vid. WERKSMAN, J. (1998), “Compliance and the Kyoto Protocol: Building a Backbone into “Flexible” Regime”, *Yearbook of International Environmental Law*, nº. 9, (48-101).

⁶³² *Report of the Ad Hoc Group on Article 13 on its Sixth Session*, FCCC/AG-13/1998/2.

review"; 2. un mecanismo consultivo multilateral, o 3. un procedimiento relativo al incumplimiento.

De este modo, el procedimiento asumido por el Art. 18 del Protocolo de Kyoto⁶³³ tiene como objetivo "facilitar, promover y hacer cumplir" o "*facilitate, promote and enforce compliance*". Y como destacan BIRNIE, BOYLE y REDGWELL,⁶³⁴ el objetivo de la "aplicación" le otorga un sello distintivo, único entre los tratados ambientales. El procedimiento puede ser presentado por el Estado interesado, o por cualquier otra Parte, siendo posteriormente examinado por un Comité de Cumplimiento, cuyos miembros son elegidos por las Partes pero sirven "a título personal". Cabe destacar que las ONGs no participan en el Comité, aunque si bien pueden aportar información al respecto.

El procedimiento continúa con el asesoramiento y recomendaciones sobre la implementación del protocolo, asistencia, transferencia de tecnología, etc. En caso de no cumplimiento existe un proceso quasi-judicial pues el grupo de control tiene la facultad de imponer sanciones reales en una parte incumplidora. Como por ejemplo la suspensión de los mecanismos de desarrollo limpio para la reducción de las emisiones.

4.3.3. Resolución de controversias

En lo que respecta a la resolución de disputas sus procedimientos y providencias, cabe destacar que los primeros tratados internacionales multilaterales medioambientales no preveían un mecanismo al respecto. De forma gradual estas cláusulas se fueron incorporando, siendo recurrente la utilización de mecanismos de solución pacífica de controversias en desmedro de recurrir a un *tertius inter pares*.

Como destacan BIRNIE y BOYLE⁶³⁵ existen ejemplos emblemáticos de sucesos ambientales en los cuales no se ha optado por procedimientos arbitrales y

⁶³³ Kyoto Protocol, Decision 27/CMP 1: procedures and Mechanisms Relating to Compliance, 1st MoP, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add 3 (2006).; STOKKE, O.S.; HOVI, J.; ULFSTEIN, G. (2006), *Implementing the climate regime. International compliance*. (2005-reprinted 2006), London: Earthscan, p.39 y ss.; WERKSMAN, J. (1998), pp. 48-101.

⁶³⁴ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), p. 249. Ahora bien, generalmente estos procesos se inician fruto de los datos entregados mediante el proceso de revisión profunda "*in-depth review*" de los inventarios de emisiones de los Estados.

⁶³⁵ Vid. BIRNIE, P.; BOYLE, A.E. (2002), p. 237; BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), p. 251. La existencia de algunos inconvenientes que presentan los litigios, han originado un escaso desarrollo dentro de. Derecho internacional ambiental. La falta de interés que pueden presentar los Estados a litigar, tiene su fundamento que muchas de las normas del Derecho consuetudinario aún son inestables

judiciales; como el vertido del Amoco Cádiz de 1978 o el incidente nuclear de Chernóbil de 1985. En este sentido cabe destacar lo señalado por la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre el medio ambiente y el desarrollo, donde insta a los Estados a procurar un acceso efectivo a los procedimientos judiciales⁶³⁶ y administrativos⁶³⁷, así como la resolución pacífica de controversias en materia ambiental por medio de mecanismos apropiados, de acuerdo con la Carta de Naciones Unidas⁶³⁸.

En general no podemos decir que existe un único modelo respecto de estos procedimientos dentro de los acuerdos multilaterales medioambientales, aunque como apunta TREVES⁶³⁹ la mayoría de ellos se basan en el mismo patrón, que por su complejidad los acuerdos no necesariamente lo adoptan en su totalidad.

Este modelo en general cuenta con tres elementos: un primer elemento, que en caso de existir controversia entre dos o más Partes respecto de la interpretación o la aplicación del acuerdo, las Partes interesadas tratarán de resolver la controversia mediante negociaciones o cualquier otro medio pacífico que elijan; un segundo elemento, que a mera condición de que una Parte, al ratificar, aceptar, aprobar o adherirse al acuerdo correspondiente, o en cualquier otro momento posterior, podrá declarar que, en relación con cualquier Parte que acepte la misma

o no existe un consenso básico sobre su pleno establecimiento. Si bien las normas acordadas se encuentran dentro un tratado, puede existir incerteza sobre el foro adecuado o la legislación aplicable cuando el litigio extiende a varios tratados o si la jurisdicción del foro es limitada. De esta manera podrían sentarse precedentes con una decisión judicial o arbitral con consecuencias indeseables para el Estado demandante, o para la comunidad internacional en su conjunto.

⁶³⁶ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), pp. 250-251. La Corte Internacional de Justicia (ICJ), goza de prioridad en materia de resolución de conflictos entre las Partes. Su jurisdicción se basa en el consentimiento de las Partes. Ahora bien, cabe destacar que sin embargo no tiene competencia general para conocer las solicitudes presentadas de manera unilateral salvo en la medida prevista en el Art. 36 (2) del Estatuto de la Corte, o en otros tratados como la Convención de 1982 de UNCLOS.

Estatuto ICJ, Art. 36 (2) "Los Estados partes en el presente Estatuto podrán declarar en cualquier momento que reconocen como obligatoria ipso facto y sin convenio especial, respecto a cualquier otro Estado que acepte la misma obligación, la jurisdicción de la Corte en todas las controversias de orden jurídico que versen sobre:

- a. la interpretación de un tratado;
- b. cualquier cuestión de Derecho internacional;
- c. la existencia de todo hecho que, si fuere establecido, constituiría violación de una obligación internacional;
- d. la naturaleza o extensión de la reparación que ha de hacerse por el quebrantamiento de una obligación internacional."

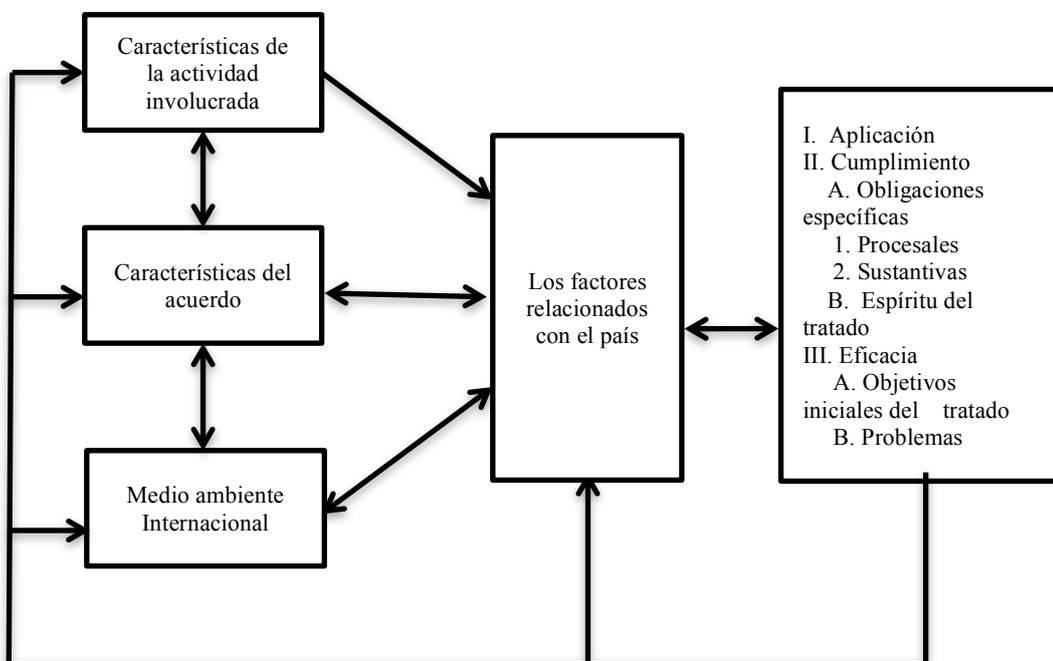
⁶³⁷ Vid. ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (Ed.) (2008), pp.7-8. Declaración de Río de 1992. Principio 10.

⁶³⁸ Declaración de Río de 1992. Principio 26.

⁶³⁹ Vid. TREVES, T. (2009), "The Settlement of Disputes and Non-Compliance Procedures", en TREVES, T. *et. al.* (2009), pp. 499-500.

obligación, que reconozcan, como un medio para la solución obligatoria de controversias relativas a las solicitudes de interpretación del acuerdo, la presentación de la controversia a la *ICJ*, al arbitraje, o ambos; y por último, un tercer elemento, que establece que cuando las Partes en controversia no han aceptado el mismo medio de solución como se mencionó anteriormente, la controversia podrá ser sometida, a petición de cualquiera de ellos, al procedimiento de conciliación. Este procedimiento ha sido adoptado por completo por algunos acuerdos internacionales ambientales⁶⁴⁰.

Figura Nº 12
Modelos de los factores que afectan a la aplicación, cumplimiento y eficacia



Fuente: WEISS, E.B.; JACOBSEN, H.K. (1998), "A Framework for Analysis", en WEISS, E.B.; JACOBSEN, H.K. (Eds.) (1998). *Engaging countries: Strengthening compliance with international environmental accords*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, p.8.

Existe otro grupo de acuerdos, en los cuales se ha optado por excluir el último de los tres elementos, dejando fuera el mecanismo de la conciliación⁶⁴¹.

En esta misma línea de discusión TREVES destaca la particularidad que presentan tres acuerdos internacionales medioambientales, los cuales incluyen alguna

⁶⁴⁰ La Convención de Viena sobre Capa de Ozono, Art. 11 (aplicable también al Protocolo de Montreal); La Convención sobre Biodiversidad, Art. 27 (aplicable al Protocolo de Cartagena); la CMNUCC Art. 14 (aplicable al Protocolo de Kyoto); también dentro del régimen de la CLRTAP, como veremos más adelante; entre otros.

⁶⁴¹ Dentro de este grupo encontramos por ejemplo: La Convención de Basilea, Art. 20; La Convención de Espoo, Art. 15; la Convención de Barcelona, Art. 22; Convención de Aarhus, Art. 16; El Protocolo sobre Agua y Salud, Art. 20.

alternativa al respecto. Estos son: Protocolo de Londres de 1996 relativo al Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias; el Convenio OSPAR; y por último, el Protocolo relativo a la Solución de Diferencias Relativas al Convenio de los Alpes. En Londres, se mantiene la primera disposición al igual que todos los acuerdos ya mencionados, en su Art. 16⁶⁴² da posibilidad que una de las Partes solicite procedimiento arbitral. Por su parte en el Art. 32 del Convenio OSPAR, se establece que en el caso de que las controversias no puedan resolverse "de otra manera" las Partes se pueden presentar la solicitud de arbitraje las Partes⁶⁴³. Y por último, en el tercer caso, cuando las consultas no conducen a una solución dentro de los seis meses, una de las Partes puede someter la controversia a un tribunal⁶⁴⁴.

Ahora cabe detenernos y realizar una breve reflexión respecto de las diferencias existentes entre los procedimientos de incumplimiento, revisados en el apartado anterior, y los de solución de controversias bilaterales.

El interés por comparar ambos procedimientos y evaluar su conveniencia de utilización en los distintos casos ha estado presente en numerosos trabajos de distintos autores, directa o indirectamente⁶⁴⁵. Para tal efecto recurriremos más específicamente a KUOKKANEN⁶⁴⁶ quien realiza una comparación que resume a nuestro juicio de manera clara ambos procesos, destacando similitudes y diferencias.

⁶⁴² Protocolo de Londres de 1996 relativo al Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972, hecho en Londres el 7 de noviembre de 1996. (BOE núm. 77, de 31 de marzo de 2006). Art. 16.2 "Si no se ha podido encontrar una solución doce meses después de que una Parte Contratante haya notificado a otra que existe una controversia entre ellas, la controversia se resolverá, a petición de una de las Partes en la controversia, mediante el procedimiento arbitral que figura en el Anexo 3, a menos que las Partes interesadas estén de acuerdo en utilizar uno de los procedimientos enumerados en el párrafo 1 del artículo 287 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982. Las Partes en la controversia podrán así decidirlo, sean o no Estados Partes en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982"

⁶⁴³ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), pp. 257-259.

⁶⁴⁴ Vid. BIRNIE, P.; BOYLE, A.E. (2002), pp. 220-232.

⁶⁴⁵ Vid. por ejemplo, SAND, P.H. (2008), "Non-compliance and Dispute Settlement", en ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (Ed.) (2008). pp. 353-358; ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (2008), pp. 359-369; Simmons, B.A. (1998), "Compliance with International Agreements". *Annual Review of Political Science*, 1, 75-93; BORRAS PENTINAT, B. (2008); CROSSEN, T. (2003), "Multilateral environmental agreements and the compliance continuum". *Georgetown International Environmental Law Review*, 16, 473.

⁶⁴⁶ Vid. KUOKKANEN, T. (2008), "The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution", en ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (Ed.) (2008). p. 48.

Primeramente hay que destacar que el mecanismo para abordar el incumplimiento es una versión adaptada del procedimiento de solución de controversias tradicionalmente utilizado en Derecho internacional, y que viene a servir a los intereses generales frente a las relaciones bilaterales. Si bien podemos decir que una declaración de incumplimiento es comparable a la tradicional de violación de un tratado, no es menos cierto que el procedimiento de incumplimiento es de naturaleza no-judicial y aunque la solución de controversias no necesariamente llegue o se concrete en la instancia judicial, si tiene la posibilidad de hacerlo, siendo sus sentencias de carácter vinculante. Asimismo, podemos comparar el mecanismo de reparación existente dentro del derecho tradicional lo que se entiende como restablecer el *statu*⁶⁴⁷ *quo ante*; con el exhorto a la Parte incumplidora para lograr el pleno cumplimiento tan pronto como sea posible y adoptar las medidas necesarias a tal fin, que realizan, los organismos creados dentro del régimen. Por último, por ser el proceso de incumplimiento intencionadamente no-confrontacional se enfoca fundamentalmente en lograr revertir la condición de incumplimiento facilitando el acercamiento entre todas las Partes, eludiendo agravar su condición.

En definitiva, lo que se pretende es lograr el cumplimiento sin apreciar a la Parte que incumple como un adversario, pues se basan en la idea de cooperación. Por último, como concluyen ULFSTEIN, MARAUHN y ZIMMERMANN⁶⁴⁸ la combinación de ambos mecanismos resultan útiles para asegurar el cumplimiento de las obligaciones que les asignan a las Partes los tratados multilaterales ambientales.

Ahora bien cabe asumir que en ciertos regímenes ambientales multilaterales, como en los regímenes de cambio climático, capa de ozono o contaminación aérea transfronteriza, la posibilidad de identificar manifiestamente a una Parte afectada es muy improbable, y por tanto la utilización de un sistema de responsabilidad bilateral no tiene mucho sentido. Por el contrario, y como muy claramente exponen ULFSTEIN, MARAUHN y ZIMMERMANN⁶⁴⁹ en otros acuerdos como el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los

⁶⁴⁷ Vid. SACHARIEW, K. (1991). En materia ambiental particularmente el daño causado al medio natural por las actividades humanas puede ser prácticamente irreversible, lo que transforma en imposible el retornar al *statu quo ante* pensando en una reclamación por *restitutio in integrum*.

⁶⁴⁸ Vid. ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (2008), pp. 359.

⁶⁴⁹ *Ibidem*, pp. 360-361.

desechos peligrosos y su eliminación, de 22 de marzo 1989⁶⁵⁰ donde un incumplimiento por parte de una Parte afecta directamente a otro(s) Estado(s), es adecuado que se pueda responder unilateralmente por cada afectado.

4.4. El concepto de gobernanza en el marco medioambiental

En este apartado intentaremos entregar una visión general del panorama actual y por donde se encamina la gobernanza medioambiental internacional. La creciente celebración de acuerdos internacionales y el aumento de organizaciones tanto internacionales como dentro de los regímenes ambientales han ido transformando esta gobernanza en cada vez más compleja, provocando serías dudas sobre su eficiencia y efectividad. En este sentido, el debate sobre la necesidad de realizar cambios no es nuevo, aunque se ha reactivado en esta última década.

Comenzaremos presentando el concepto de gobernanza, para posteriormente mostrar dos de los mecanismos que a nuestro juicio merecen ser destacados: la agrupación de los acuerdos internacionales medioambientales y la creación de una organización internacional medioambiental.

Ahora bien, como veremos, la complejidad de asumir una transformación en este sentido no es menor, porque el sistema ambiental internacional ha adquirido una gran envergadura, - en la actualidad se cuentan más de 500 acuerdos internacionales medioambientales, con todas las derivaciones de este número -. Por otra parte, la diversidad en materia de acuerdos y de actores hace evidente, a nuestro juicio, la búsqueda de un marco general de gobernanza internacional medioambiental, que sea lo suficientemente flexible para lograr que la nueva estructura sea más eficiente y efectiva.

Gobernanza⁶⁵¹ es un concepto cercano a las ciencias políticas estudiado por la sociología y la antropología, que en la década de 1990 irrumpe con fuerza

⁶⁵⁰ BOE núm. 227, de 22 de septiembre de 1994.

⁶⁵¹ Una definición del concepto de gobernanza o "governance" es el que se entrega en *Our Global Neighborhood*, en el Report of the Commission on Global Governance (Published by Oxford University Press, 1995). donde considera:

"Governance is the sum of the many ways individuals and institutions, public and private, manage their common affairs. It is a continuing process through which conflicting or diverse interests may be accommodated and co-operative action may be taken. It includes formal institutions and regimes empowered to enforce compliance, as well as informal arrangements that people and institutions either have agreed to or perceive to be in their interest."

dentro de las relaciones internacionales no casualmente, pues una serie de acontecimientos que se van desarrollando ponen de manifiesto la necesidad de realizar un análisis a las nuevas instituciones que comienzan a ocupar los espacios de gobernabilidad internacional o transnacional. Este concepto que se expresa como “*global governance*” o gobernanza global, es necesario para poder describir a las instituciones y procesos de gobernabilidad internacional donde no existe ni gobierno ni autoridad a tan elevado nivel de poder; donde la tradicional visión estado-céntrica del orden y la política internacional ya no son suficientes para explicar la nueva disposición de poderes en la esfera internacional y mundial.

El texto “*Governance without government: order and change in world politics*” de James N. Rosenau y Ernst-Otto Czempiel (como editores)⁶⁵², es considerado el iniciador del estudio de este concepto dentro de las Relaciones Internacionales. Su importancia radica en que sitúa en la discusión cuestiones como el surgimiento de actores no estatales en el ámbito internacional y su papel en la gobernabilidad en esta esfera; la relación entre la “gobernanza global” y la globalización; o el concepto de autoridad dentro de este nuevo escenario.⁶⁵³

Ahora bien, este proceso no ha estado falto de controversias y una cantidad no despreciable de estudios; pues la amplitud y envergadura de su significado no hace fácil realizar una definición clara del concepto. Aseveraciones como la de FINKELSTEIN⁶⁵⁴ donde expresa «decimos "gobernanza" porque realmente no sabemos cómo llamar a lo que está pasando», muestran una falta de jerarquía y de gobierno, que no deja ajeno a un importante porcentaje de politólogos, y como señalan DINGWERTH y PATTBURG,⁶⁵⁵ la utilización por distintas áreas de estudio ha provocado en gran medida esta suerte de confusión o multi-definición, sumándose a lo expresado por WEISS⁶⁵⁶ quien apunta:

«Muchos académicos y profesionales internacionales emplean "gobernanza"»

⁶⁵² Vid. ROSENAU, J.N.; CZEMPIEL, E.O. (editores) (1992), *Governance without government: order and change in world politics*. Cambridge University Press.

⁶⁵³ Vid. ROSENAU, J.N. (1995), “Governance in the Twenty-First Century”. *Global Governance*, vol. 1/ 1, pp. 13-43.

⁶⁵⁴ Vid. FINKELSTEIN, L. (1995), “What Is Global Governance?”. *Global Governance* 1, no. 3: 367-372; p. 368.

⁶⁵⁵ Vid. DINGWERTH, K.; PATTBURG, P. (2006), “Global Governance as a Perspective on World Politics”. *Global Governance* 12, 185–203.

⁶⁵⁶ Vid. WEISS, T.G. (2000), “Governance, Good Governance and Global Governance: Conceptual and Actual Challenges”, *Third World Quarterly* 21(5): 795-814.

para connotar un conjunto complejo de estructuras y procesos, tanto públicas como privadas, mientras que los escritores más populares tienden a usarlo como sinónimo de "gobierno"».

Por otra parte queda claro, y así lo indican la mayoría de los politólogos, que la gobernanza no es lo mismo que el Gobierno el cual se entiende referido a aparato de toma de decisiones del Estado en sus distintos niveles de poder y administraciones. En cambio la gobernanza incluye acciones de los Estados con distintos actores como ONGs, organizaciones internacionales de diversa índole, mediante distintos tipos de relaciones.⁶⁵⁷ O como señalan JAGERS y STRIPPLE,⁶⁵⁸ al gobierno se le asocia con gubernamental, en cambio, el concepto de gobernanza puede tomar variedad de formas.

Dentro del marco medioambiental LEMOS y AGRAWAL,⁶⁵⁹ respecto de este concepto señalan: «*Environmental Governance is the use of institutionalized power to shape environmental processes and outcomes*». Donde las relaciones que desarrollan todas las organizaciones e instituciones que participan en ella dan forma a las identidades, las acciones y resultados.⁶⁶⁰ Pues todas las esferas de poder dentro del marco ambiental conforman su gobernanza.

Por su parte, YOUNG⁶⁶¹ le asigna una función social centrada en los esfuerzos para servir de guía, dirigir a la sociedad hacia logros colectivos beneficiosos, alejados de los resultados perjudiciales, que por cierto es uno de los grandes problemas y desafíos de siempre.

En este sentido como nos recuerda CAMPINS ERITJA⁶⁶², ante la falta de

⁶⁵⁷ Vid. BÄCKSTRAND, K. *et al.* (2010), "The Promise of new modes of environmental governance". en BÄCKSTRAND, K. *et al.* (edited) (2010), *Environmental politics and deliberative democracy: examining the promise of new modes of governance*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Pub., cop.pp-8-9.

⁶⁵⁸ Vid. JAGERS, S.C.; STRIPPLE, J. (2003), "Climate governance beyond the state". *Global Governance* Volume 9; Issue 3: 385-399, p. 385.

⁶⁵⁹ Vid. LEMOS, M.A.; AGRAWAL, A. (2009), "Environmental Governance and political science", en DELMAS, M.A.; YOUNG, O.R. (Edited) (2009), *Governance for the environment: new perspectives*. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, cop., p. 71.

⁶⁶⁰ Vid. JAGERS, S.C.; STRIPPLE, J. (2003), p. 386.

⁶⁶¹ Vid. YOUNG, O.R. (2009), "Governance for sustentabledevelopment in a world of rising interdependencias", en DELMAS, M.A.; YOUNG, O.R. (Edited) (2009), *Governance for the environment: new perspectives*. Cambridge, UK; New York : Cambridge University Press, cop., p. 12.

⁶⁶² Vid. CAMPINS ERITJA, M. (2011), "La gobernanza internacional del medio ambiente", en SINDICO, F., FERNANDEZ EGEA, R.; BORRÀS PENTINAT, S. (Editores) (2011), p. 129. Citando OKEREKE, C., BULKELEY, H.; SCHROEDER, H. (2009), "Conceptualizing Climate Governance Beyond the International Regime", *Global Environmental Politics*, 2009, Vol. 9, No. 1 , Pages 58-78.

consenso para definir en el plano internacional de este concepto, apunta que en términos generales:

«la gobernanza internacional ambiental se asocia con el proceso de adopción de decisiones y la posterior aplicación e implementación de las normas ambientales internacionales y, afecta por tanto, a las actividades que resultan significativas desde ambas perspectivas, inclusive cuando éstas se originan mediante nuevas instituciones o a través de actores internacionales que no están inicialmente investidos con la autoridad formal para hacerlo.»

Por su parte, LEMOS y AGRAWAL⁶⁶³ plantean una gobernanza medioambiental híbrida, que combine a los distintos actores nuevos como la sociedad civil o las ONGs, y viejos y tradicionales, como los agentes de mercado, actores estatales, etc. Pues la actuación de estos distintos dominios, para que tengan algún resultado, requiere de las interacciones sociales. De este modo, sistemas o asociaciones híbridas serán exitosos en la medida que logren superar los problemas de coordinación, sus diferencias políticas y las posibles cuestiones de desconfianza.

En lo que atañe al plano de la gobernanza internacional medioambiental, generalmente está se relaciona con mecanismos que involucran la creación y aplicación de normas. En este sentido, la celebración de acuerdos multilaterales medioambientales como mecanismo instrumento es constante y creciente a partir de la década de 1970. No obstante persisten dos situaciones que convierten en poco efectivo este instrumento de Derecho internacional. La lentitud y muchas veces no ratificación por parte de Estados inicialmente firmantes, y la falta de mecanismos efectivos para garantizar su cumplimiento. Pues si consideramos el manifiesto y apresurado deterioro del medio ambiente sufrido en estas últimas décadas la necesidad de la aplicación y el cumplimiento de la normativa jurídica internacional se transforma en clave.

Dentro de este marco, debido a la complejidad del panorama ambiental mundial, los Estados se han visto forzados a asumir diferentes tipos de compromisos internacionales con distintas características, amplitudes y áreas a proteger, ocasionando la necesidad de garantizar eficacia de los mismos, y de este modo poder revertir o al menos detener el deterioro ocasionado por los seres humanos al entorno

⁶⁶³ Vid. LEMOS, M.A.; AGRAWAL, A. (2009), pp. 70-72.

que les rodea. Al respecto MARIÑO MENÉNDEZ⁶⁶⁴ apunta,

« [...] la finalidad última del Derecho internacional del medio ambiente es la protección de un interés común de la Humanidad por encima de los intereses particulares de los Estados: no ya la supervivencia del conjunto de los seres humanos, sino el “derecho” de las generaciones futuras a recibir un medio ambiente digno aparecen como elementos en la formación de principios y normas de “equidad intergeneracional”».

En términos generales con mayor énfasis en las últimas décadas, los tratados internacionales ambientales han optado por una orientación eminentemente preventiva, razón por la cual dentro de los mecanismos de control se contemplan procedimientos que van en semejante línea. Al respecto BOYLE⁶⁶⁵ argumenta que esto se debe básicamente a que «el desarrollo de las normas de Derecho internacional relativas al medio ambiente carecen de significación si no va acompañado de medios efectivos que aseguren su aplicación y cumplimiento». Ahora bien, como plantea el mismo autor, para que el control sea efectivo se requiere dotar a las instituciones internacionales con estructuras de agencias administrativas con competencias y responsabilidades.

En lo que atañe al cumplimiento de los acuerdos internacionales ambientales distintos autores han abordado esta cuestión. KOSKENNIEMI⁶⁶⁶ por su parte, considera que a pesar de la multiplicidad de instrumentos, los Estados parecen reacios a aplicar plenamente los compromisos que han tomado; la ampliación de los "convenios marco" y la incertidumbre sobre la obligatoriedad de sus protocolos y anexos son fuente de dificultades para evaluar el cumplimiento de los compromisos asumidos: “lo que se requiere no es adopción de nuevos instrumentos, sino la aplicación más eficaz de los existentes”.

En la misma línea se encuentra WEISS,⁶⁶⁷ quien introduce el concepto de “*treaty congestion*” recordando que a partir de 1972 el Derecho internacional ambiental fue un campo incipiente para la creación de acuerdos multilaterales,

⁶⁶⁴ Vid. MARIÑO MENÉNDEZ, J.D. (2009), “La Protección Internacional del Medio Ambiente (I): Régimen General”, en DIEZ de VELASCO, M. (2009). *Instituciones de Derecho internacional publico*. (17ª Ed.), Madrid: Tecnos, pp. 766.

⁶⁶⁵ Vid. BOYLE, A.E. (1992), “Saving the World? Implementation and Enforcement of International Environmental Law Through International Institutions”. *Journal of Environmental Law*, vol. 3, nº. 2.

⁶⁶⁶ Vid. KOSKENNIEMI, M. (1992), “Breach of treaty or non-compliance? Reflexions on the enforcement of the Montreal Protocol”. *Yearbook of International Environmental Law*, nº. 3, pp. 123-162.

⁶⁶⁷ Vid. WEISS, E.B. (1993), “International Environmental Law: Contemporary Issues and the Emergence of a New World Order”. *81 Georgetown Law Journal*, 675, 702-3, p. 698.

existiendo un rápido aumento de instrumentos jurídicos internacionales interesados en el medio ambiente, lo que debe dar un toque de atención frente al desarrollo de nuevos medios de coordinación de la negociación y aplicación de los acuerdos, en particular sus disposiciones administrativas y supervisión financieras, en definitiva a donde conducirá esta proliferación de acuerdos.

Al respecto HANDL,⁶⁶⁸ coincidiendo con el enfoque anterior aprecia en 1997 que conceptos como *"treaty congestion"* o *"compliance control"* se han convertido en palabras de moda dentro del discurso normativo ambiental internacional. Donde cuestiones como control de cumplimiento de normas - el monitoreo internacional, la supervisión de aplicación y cumplimiento de las obligaciones en tratados internacionales de los Estados Parte – han surgido dentro del marco de las relaciones multilaterales y los vínculos de gobernanza.

Ahora bien, esta situación sumada, por ejemplo, a la sectorización o al carácter geográfico adoptado por el Derecho internacional medioambiental⁶⁶⁹, ha incidido sobre la gobernanza del sistema medioambiental mundial. Cabe recordar que de ya existen más de 500 tratados de los cuales 300 son regionales y tan solo un 9% tienen un alcance mundial. Asimismo, de este total el 39,2 % se relaciona con la gestión del agua, 35, 8 se relaciona con los productos químicos, 31% está relacionado con la biodiversidad, y el 9,2, con los suelos.⁶⁷⁰ Como señalan a modo de conclusión los autores ROCH y PERREZ⁶⁷¹,

«[...] with this incredible growth of environmental regulation, the proliferation of environmental processes, and the mushrooming of environmental institutions, the need for cooperation and coordination has also become increasingly clear. The current institutional structure is inadequate to support this development, despite several attempts to strengthen the international environmental governance structure».

Pero la cuestión sobre la situación de la gobernanza internacional

⁶⁶⁸ Vid. HANDL, G. (1997), "Compliance Control Mechanisms and International Environmental Obligations". 5 *Tulane Journal of International and Comparative Law*, 29, Spring, 1997.

⁶⁶⁹ Vid. JUSTE RUÍZ, J. (1992), "La evolución del Derecho internacional del medio ambiente". *Autonomías*, nº 15, pp. 46-47.

⁶⁷⁰ Vid. ROCH, P.; PERREZ, F.X. (2005), "International Environmental Governance: The Strive Towards a Comprehensive, Coherent, Effective and Efficient International Environmental Regime". 16 *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy Yearbook*, 1, pp. 5-7.

⁶⁷¹ *Ibidem*, p. 24.

medioambiental no es nueva, como nos recuerdan BIERMANN y BAUER⁶⁷², el estratega político norteamericano G.F. Kennan ya en su artículo publicado en 1970, pone de manifiesto la necesidad de debatir sobre la gobernanza medioambiental mundial. Años después por medio de la aprobación del foro Ministerial Mundial sobre medio ambiente de la Declaración de Malmö en 2000, los ministros acuerdan que en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en 2002, se examinarían los requisitos para una estructura institucional fuerte de la gobernanza internacional medioambiental⁶⁷³.

En el marco de Naciones Unidas ha continuado el debate, en el año 2008, fue presentado el informe “Examen de la gobernanza ambiental dentro del sistema de Naciones Unidas”, elaborado por la dependencia Común de Inspección de las Naciones Unidas a solicitud del Secretario General. De este informe surgen algunas consideraciones las que son discutidas por el PNUMA en el 25ª período de sesiones en febrero de 2009⁶⁷⁴, adoptándose la Decisión 25/1⁶⁷⁵, donde se establece la creación de un grupo ministerial con carácter consultivo con la labor de examinar las posibilidades de racionalización del sistema de gobernanza mundial medioambiental.

En este sentido, la necesidad de buscar mecanismos de gestión eficientes, eficaces que logren evitar, en muchos casos, duplicidades mandatarias o normativas, y

⁶⁷² Vid. BIERMANN, F.; BAUER, S. (Ed.) (2005), *The Debate on a World Environmental Organization: An Introduction, A World Environment Organization: solution or threat for effective international environmental governance?*. Aldershot, England [etc.]: Ashgate, cop., p. 3. Los autores citan a KENNAN, F.G. (1970), “To prevent a World Wasteland. A proposal”, *Foreign Affairs*, vol. 48, nº 3, pp. 401-413. Kennan planteaba la formación de una “agencia internacional medioambiental”, claro está que él consideraba que esta agencia sería de mayor utilidad si estaba conformada por un pequeño grupo de Estados desarrollados que por muchos Estados cuya capacidad de influencia y acción era restringida. Vid. BIGGS, G. (1993), “The Montevideo Environmental Law Programme”. *The American Journal of International Law*, Vol. 87, No. 2 (Apr., 1993), p. 329; ROCH, P.; PERREZ, F.X. (2005), p.3. En el plano político, Alemania hizo una propuesta para la formación de una Organización Mundial del Medio Ambiente en 1997 en la reunión de Río + 5, con el apoyo de Brasil, Singapur y Sudáfrica. En 1999, Renato Ruggiero, director ejecutivo de la OMC pidió una Organización Mundial del Medio Ambiente como un contrapeso a la OMC.

⁶⁷³ Vid. CAMPINS ERITJA, M. (2011), p. 138.

⁶⁷⁴ Vid. INOMATA, I. (2008), *Examen de la gobernanza ambiental dentro del sistema de las Naciones Unidas*, Doc.JIU/REP/2008/3. [en línea] [libre acceso] recuperado el 19.01.2012 www.unjiu.org/sp/reports.htm

⁶⁷⁵ 25ª session of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum Nairobi, UNEP/GC.25/17, 26 February 2009. 25/1: Implementation of decision SS.VII/1 on international environmental governance.

más grave aún, normativas que se contradicen, han llevado a distintos autores⁶⁷⁶ a plantear la implementación de sistemas llamados “cluster”⁶⁷⁷, de manera de organizar a los distintos acuerdos internacionales buscando su agrupación bajo distintos criterios. Como apunta OBERTHÜR⁶⁷⁸, «*Understood as a continuing process, clustering of MEAs aims at advancing the ongoing process of integrating the elements of this system more systematically and dynamically*». O como los definen DODDS, CHAMBER, y KANIE⁶⁷⁹, «*Clustering can be defined as the combination, integration or merging of MEAs or their parts, in order to improve international environmental governance*».

Asumiendo todas las diversidades de los acuerdos internacionales medioambientales, encontrar un solo enfoque que logre dar con la solución del problema no resulta fácil, por lo que resulta conveniente buscar una metodología práctica y que logre combinar los distintos elementos. En general se busca la integración sobre la base de un único criterio o la combinación de ellos. Ahora bien, el riesgo está en no diseñar de manera óptima estos criterios, de manera de no lograr los objetivos iniciales, es decir, solucionar la problemática actual de la gobernanza medioambiental internacional.

Ahora bien, existen distintos enfoques posibles para la agrupación para la formación de estos “cluster”. Como por ejemplo, agrupaciones comunes de los órganos de la organización, agrupaciones con funciones comunes, agrupaciones de acuerdo a los ámbitos materiales, o agrupación por región.

Dentro del primer “cluster”, se sugiere la creación de una sede permanente de las Conferencias de las Partes o Secretarías, dando lugar a una mayor eficiencia, una disminución de los aparatos administrativos, compartiendo infraestructuras, etc.

⁶⁷⁶ Para mayor profundización, Vid. OBERTHÜR, S., (2002), “Clustering of Multilateral Environmental Agreements: Potentials and Limitations”, *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 2: 317–340; ROCH, P.; PERREZ, F.X. (2005); VON MOLTKE, K., (2001), “On Clustering International Environmental Agreements”, *International Institute for Sustainable Development*, Winnipeg,

[en línea] [libre acceso] recuperado el 19.01.2012 www.iisd.org/pdf/trade_clustering_meas.pdf; DODDS, S.; CHAMBERS, B.; KANIE, N., (2002), *International environmental governance, the question of reform: key issues and proposals*, UNU Report, www.ias.unu.edu/binaries/ISDGFinalReport.pdf; NAJAM, A., PAPA, M.; TAIYAB, N. (2006), *Global Environmental Governance. A Reform Agenda*. International Institute for Sustainable Development (IISD), Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 09.01.2010 en <http://www.iisd.org/pdf/2006/geg.pdf>.

⁶⁷⁷ Vid. VON MOLTKE, K. (2001), p. 3. El autor define los “clustering” como «*grouping a number of international environmental regimes together so as to make them more efficient and effective*».

⁶⁷⁸ Vid. OBERTHÜR, S. (2002), p. 317.

⁶⁷⁹ Vid. DODDS, S., CHAMBERS, B.; KANIE, N. (2002), p. 15.

Teniendo en cuenta el elevado número de comités funcionales comunes dentro de cada uno.

Una segunda opción es la formación de *“cluster”* con funciones comunes, como los procesos de toma de decisiones, evaluaciones científicas, la solución de controversias, presentación de informes, seguimiento, revisión implementación, cumplimiento y funciones de apoyo a la ejecución, como las finanzas.

Una tercera propuesta es la de los *“cluster”* o agrupaciones de acuerdo a los ámbitos materiales o por temas, por ejemplo, reuniendo los convenios de desarrollo sostenible, las convenciones relacionadas con la biodiversidad, las de productos químicos y desechos peligrosos, los convenios de mares regionales, etc. Al respecto, y en el marco de nuestro trabajo, esta propuesta se aprecia como útil y ventajosa implementada sola, o en combinación con otros mecanismos, pues si pudiésemos reunir en un solo *“cluster”*, a los tres acuerdos multilaterales atmosféricos, se lograría abordar la cuestión atmosférica y climática desde un ámbito global, asumiendo todos los factores e interrelaciones que afectan negativamente a este medio. Como también, los mecanismos de solución a implementar, potenciando las sinergias positivas en detrimento de las negativas.

Por último, encontramos *“cluster”* por región donde la agrupación o integración de los acuerdos ambientales multilaterales, se realizaría según la región geográfica a la que pertenecen. Por ejemplo, caso emblemático en este sentido es el que se presenta en torno la UNECE, organización a la cual pertenecen un importante número de Estados, y en cuyo marco se han elaborado distintos acuerdos de orden medioambiental, como el CLRTAP, el Convenio sobre la evaluación de impacto ambiental en contexto transfronterizo, el Convenio sobre efectos transfronterizos de los accidentes industriales, el Convenio sobre la protección y uso de los cursos de agua y lagos internacionales, y el Convenio sobre acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en los asuntos medioambientales; todos los cuales utilizan una secretaria albergada por esta institución europea.

Ahora bien, este mecanismo de *“cluster”* debe entenderse como un proceso llevado a por etapas de abajo hacia arriba. Por ejemplo, comenzar con las estructuras de coordinación, incluidas las reuniones conjuntas de los órganos y secretarías de convenciones, la aplicación conjunta de actividades comunes, redes de

comunicación, e información, etc., prosiguiendo a niveles mas elevados de las estructuras de los MEAs. Asimismo, se requiere de un impulso político continuo, mediante la asignación de uno o varios facilitadores, con la responsabilidad de asistir y promover el proceso de coordinación, pudiendo serlo instituciones como el PNUMA o de nueva creación, con la necesidad de tener un mandato político claro y con la suficiente autoridad para estos fines.

Cabe detenernos brevemente en la iniciativa que está desarrollando el *Global Atmospheric Pollution Forum (GAP)*. El Foro fue creado conjuntamente en 2004 por la *International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations (IUAPPA)*⁶⁸⁰ y el *Stockholm Environment Institute (SEI)*⁶⁸¹.

Este Foro Global de la Contaminación Atmosférica, tiene como objetivo el apoyo al desarrollo de soluciones frente a la contaminación del aire, promoviendo la cooperación efectiva a escala regional, hemisférica y mundial. Básicamente se centra en la protección de la salud pública y del medio ambiente frente a los efectos nocivos de la contaminación del aire. En este sentido constatando el vertiginoso camino que está llevando en cambio climático, y la relación que este fenómeno presenta con respecto a las fuentes energéticas, el desarrollo económico y la sostenibilidad, y su estrecha relación con la contaminación atmosférica, ha comenzado una serie de encuentros tendientes a buscar puntos de acuerdo.

Este tipo de iniciativas hacen esperar que más temprano que tarde se asuma que la contaminación atmosférica ha dejado de ser un problema local o regional, para transformarse en global, pues como ya hemos planteado, la contaminación ambiental, no tiene fronteras ni físicas ni políticas.

En Estocolmo entre los días 17 y 19 de septiembre de 2008, se realizó la conferencia y *workshop "Air Pollution and Climate Change: Developing a Framework for Integrated Co-benefits Strategies"*, evento llevado a cabo bajo los auspicios de la Convención y el Programa de las Naciones Unidas Medio Ambiente (PNUMA), en consulta con la secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas Convención

⁶⁸⁰ La IUAPPA se fundó en 1964, y es un organismo internacional con representantes, asociados y observadores de más de 75 países dedicados a promover el intercambio de información para mejorar el control de la contaminación atmosférica y la protección del medio ambiente.

⁶⁸¹ La SEI fundada en 1989, es una organización independiente e internacional, especializado en la investigación del desarrollo sostenible y medio ambiente. Nace como una iniciativa del Gobierno de Suecia.

sobre el Cambio Climático (CMNUCC), organizado por el Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI) y la Unión Internacional de Prevención de la Contaminación del Aire y Protección Ambiental Asociaciones (IUAPPA)⁶⁸².

El objetivo este encuentro era examinar los mecanismos para desarrollar e implementar programas que tengan como objetivo disminuir las emisiones de contaminantes atmosféricos y los gases de efecto invernadero. Enfocándose en los co-beneficios y de las estrategias, y teniendo presente tanto la experiencia de la CLRTAP, y el acuerdo de América del Norte, entre USA y Canadá. Intentando proyectarla en otras áreas, como África, Asia o Latinoamérica. Cabe destacar que la UNECE y la CLRTAP, son miembros del *Global Atmospheric Pollution Forum Steering Committee*, comité directivo que se reúne dos veces al año.⁶⁸³

La conclusión y recomendación más importante extraída de que de estos trabajos, es la necesidad urgente de abordar la contaminación del aire y cambio climático en de forma integrada, si intentamos lograr un desarrollo sostenible y una sociedad baja en dióxido de carbono (CO₂) y otras emisiones de GEI⁶⁸⁴.

La meta en particular, era examinar los vínculos científicos entre la contaminación atmosférica y el cambio climático y la eficacia de aplicar técnicas de evaluación integradas para relacionar ambas políticas. Asimismo, examinar estas problemática globalmente buscando la mejor manera de integrarlas. La meta final es lograr concretar un acuerdo global que involucre distintas problemáticas que afectan a la atmósfera, aunque se no se aprecia cercana ni viable su concreción, al menos en el corto o mediano plazo, lo que no impide que el foro continúe su trabajo en esta línea.

Tradicionalmente las instituciones internacionales, han sido dotadas de las debidas competencias y responsabilidades, para poder actuar como una forma de administración internacional. Estas instituciones desempeñan un papel fiduciario en la protección del medio ambiente, mecanismos distintos a los tradicionales, donde las reclamaciones de los Estados se basaban fundamentalmente en el principio de responsabilidad del Estado, y en la utilización del abanico normativo que entrega el

⁶⁸² Air pollution and climate change: developing a framework for integrated co-benefits strategies, ECE/EB.AIR/2008/10, 2 October 2008.

⁶⁸³ Vid. Para mayor información consultar: Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 10.04.2010 <http://www.sei-international.org/rapid/gapforum/html/index.php>

⁶⁸⁴ Air pollution and climate change: developing a framework for integrated co-benefits strategies, ECE/EB.AIR/2008/10, 2 October 2008.

Art. 33 de la Carta de las Naciones Unidas se utilizan.

Por su parte MARIÑO MENÉNDEZ⁶⁸⁵ respecto del papel de las organizaciones internacionales señala que:

« [...] el desarrollo y la importancia que han adquirido contemporáneamente los procedimientos de control internacional están en estrecha relación con el desarrollo de la cooperación internacional en todas sus formas y muy especialmente en su forma institucionalizada, es decir, por medio de las organizaciones internacionales».

Para el autor los objetivos generales de estas organizaciones van dirigidos a lograr la cooperación entre los distintos Estados, dentro de los variados campos que abarcan las relaciones internacionales.

Hasta la década de 1970 las instituciones que representaban el concepto de gobernanza en el ámbito medioambiental eran aquellas de carácter internacional y externas a los regímenes, como es el caso de Naciones Unidas y las instituciones que derivan de ella. Cabe recordar la Declaración de Nairobi sobre la función y el mandato del PNUMA, que lo define como “la principal autoridad ambiental mundial rectora que establezca las actividades mundiales en pro del medio ambiente”⁶⁸⁶, para entre otras cosas actúe como defensor del medio ambiente a nivel mundial.

El papel que juega Naciones Unidas es significativo con objetivo de crear mecanismos eficientes de coordinación y coherencia a favor de lograr la gobernanza internacional ambiental. En esta línea, si revisamos la Conferencia de Estocolmo 1972 de la cual nace el Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente, que como puntualiza CHAMBERS,⁶⁸⁷ aunque no como una organización de pleno derecho, actuaría como catalizador frente a otras organizaciones ambientales.

Con posterioridad en la Conferencia de Río de 1992 otra estructura de gobernanza internacional medioambiental es creada dentro del marco de Naciones Unidas, la Comisión de desarrollo sustentable⁶⁸⁸ (cuyas siglas en inglés son CSD)⁶⁸⁹.

⁶⁸⁵ Vid. MARIÑO MENÉNDEZ, F.M. (2005), *Derecho Internacional Público (parte General)*, Trota, 4ª Ed., Madrid, p. 455.

⁶⁸⁶ Decisión del Consejo de Administración del PNUMA 19/1 de 7 de febrero de 1997, Anexo.

⁶⁸⁷ Vid. CHAMBERS, W.B. (2008), *Interlinkages and the Effectiveness of Multilateral Environmental Agreements*. Hong Kong: United Nations University, p. 3.

⁶⁸⁸ Vid. CAMPINS ERITJA, M. (2011), p. 127. Como apunta la autora, el entendimiento de gobernanza internacional presenta una importante relación con la incorporación del concepto de desarrollo sostenible y las transformaciones mundiales producidas en las últimas décadas.

Otro aspecto que cabe destacar, es el papel que juega Naciones Unidas, no solo como gestora de la acción que desde hace décadas se desarrolla frente al deterioro ambiental, sino también, desde su interés por la evaluación objetiva de la implementación y cumplimiento de los numerosos acuerdos multilaterales ambientales adoptados en las últimas décadas. Para tal objetivo, en 1982 el Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente (UNEP), implementó programas de 10 años de duración denominados *Programmes for the Development and Periodic Review of Environmental Law*⁶⁹⁰, conocidos como los Programas Montevideo⁶⁹¹.

En este punto surge un segundo debate dentro del marco de la gobernanza medioambiental internacional, la cuestión de si esta debe estar centralizada. Esta posibilidad ha estado sometida a discusión ya desde antes de la Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Humano en 1972, activándose en el período previo a la Cumbre de Johannesburgo de 2002, donde casi treinta años después el número de instituciones ambientales internacionales medioambientales se ha multiplicado por diez⁶⁹².

⁶⁸⁹ Vid. CHAMBERS, W.B. (2008), *Interlinkages and the Effectiveness of Multilateral Environmental Agreements*. Hong Kong: United Nations University, p. 3. Ahora bien, estas estructura no han cumplido todas las expectativas que en materia de medioambiente y desarrollo sustentable se hubiese querido, pero sin lugar a dudas han sido y son partes claves dentro de la gobernanza internacional medioambiental. Y como recuerda Chambers, en 1997 durante Rio+5, Ismail Razali de Malasia, en ese momento presidente de la Asamblea General de UN, se mostro “desencantado” (énfasis del autor) por la falta de cooperación en materia ambiental y de desarrollo sustentable.

⁶⁹⁰ *Montevideo Programme for the Development and Periodic Review of Environmental Law- 1981-1991*, adoptada por UNEP's Governing Council on May 31, 1982, mediante Decision 10/21. Dicha decisión fue aprobada en el reporte del grupo de expertos en el encuentro de Montevideo, Uruguay, desde el 28 de octubre al 6 de noviembre de 1981.

⁶⁹¹ Dentro del original mandato entregado a este grupo de experto se encontraba el desarrollar un Programa de Desarrollo y Examen Periódico del Derecho Ambiental de manera de: identificar aquellas áreas temáticas principales, poniendo especial énfasis en los intereses de los países considerados en desarrollo; promover los lineamientos y/o principios como también los acuerdos bilaterales, regionales o multilaterales, que tengan relación con los temas de estudio; identificar otras áreas temáticas, que serían puedan desarrollarse en el marco de los principios y acuerdos adoptados; identificar áreas temáticas apropiadas para la elaboración de medidas preventivas como también de otros mecanismos idóneos para la implementación del Derecho ambiental; identificar los medios aptos para promover y proveer asistencia técnica a países en desarrollo en el campo del Derecho ambiental; identificar aquellos medios capaces de introducir al Derecho Ambiental de manera creciente en todos los ámbitos donde sea necesario; disponer un programa que fomente los elementos anteriormente mencionados, y que incluya esfuerzos nacionales, regionales y mundiales. Para mayor información Vid. KISS, A.CH., SHELTON, D.; ISHIBASHI, K. (Edited) (2003), *Economic Globalization and Compliance with International Environmental Agreements*. The Hague: Kluwer Law Internacional, pp. 126-129; BIGGS, G. (1993), “The Montevideo Environmental Law Programme”. *The American Journal of International Law*, Vol. 87, No. 2 (Apr., 1993), pp. 328-334; *The Programmes for the Development and Periodic Review of Environmental Law for First Decade of the Twenty-First Century* (UNEP-2002).

⁶⁹² Vid. DODDS, S., CHAMBERS, B.; KANIE, N. (2002), p. 10.

El Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA) fue creado en 1973 con el propósito expreso de centralizar los esfuerzos de la gobernanza ambiental a nivel internacional, época en la cual las instituciones de gobernanza ambiental eran escasas. Tomando en cuenta que en la actualidad existen muchas instituciones que han asumido las responsabilidades medioambientales en el ámbito internacional, algunos argumentan que tal vez sea hora de volver a examinar el debate sobre la creación de una nueva estructura organizativa centralizada.

En este debate se encuentran posiciones opuestas, aquellos que consideran necesaria la existencia de una estructura global centralizada, algo así como una Organización Mundial del Medio Ambiente⁶⁹³, evitando de este modo la superposición, aumentando la coherencia de las políticas, ahorrando recursos, etc. Por otro lado, se encuentran aquellos que se resisten a la centralización, partidarios de promover una versión más simplificada del sistema actual, con mecanismos institucionales de carácter autónomo y altamente especializado en cada acuerdo ambiental multilateral. Sustentan su pensamiento en que el grado de flexibilidad y especialización dentro del sistema actual es su virtud, razón por la que hay que protegerlas y potenciarlas.

Por otra parte, no hay que olvidar el papel que juegan la Organizaciones No Gubernamentales medioambientales, las que dentro de un nuevo escenario de gobernanza deben contar con un espacio, y como señalan ULFSTEIN, MARAUHN y ZIMMERMANN⁶⁹⁴ es necesario que cuenten con un marco claramente definido, con márgenes en los cuales pueden desenvolverse y con las garantías procesales necesarias. Asimismo, los mecanismos de control, de constantes evaluaciones y la recopilación de datos muchos de los cuales públicos,⁶⁹⁵ facilitan a las ONGs⁶⁹⁶ poder

⁶⁹³ Para mayor profundización, véase por ejemplo, "Making International Environmental Efforts Work: The Case for a Global Environmental Organization", by Daniel C. Esty and Maria H. Ivanova, Yale Center for Environmental Law and Policy. Prepared for Presentation at the open meeting of the global environmental change research community, Rio de Janeiro, october 6-8, 2001.

⁶⁹⁴ *Vid.* ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (2008).

⁶⁹⁵ El Convenio sobre el acceso a la información, la participación pública en las decisiones y el acceso a la justicia en cuestiones ambientales, Aarhus (Dinamarca), de 25 de junio de 1998 (BOE núm. 40, de 16 febrero 2005); señala que las Partes en el Convenio deben garantizar que las autoridades públicas pongan la información ambiental a disposición del público.

Asimismo, en el plano internacional existen acuerdos internacionales ambientales que dentro de su texto hacen referencia a la entrega de información. Este es el caso del Convenio sobre los efectos transfronterizos de los accidentes industriales, de 17 de marzo de 1992 (Art. 9; la Convención de Lugano

intervenir y contribuir al cumplimiento de un determinado acuerdo. Pues como destaca SACHARIEW,⁶⁹⁷ estas organizaciones introducen un elemento de objetividad e imparcialidad. O como apuntan ULFSTEIN, MARAUHN y ZIMMERMANN,⁶⁹⁸ pueden cumplir la función de "*counter-statements*" o puede servir como un "sustituto" para los datos que los Estados no han proporcionado.

Sin duda la tendencia a la regulación dentro de los acuerdos multilaterales, es una buena herramienta que permite la participación de las ONGs en pleno conocimiento de sus derechos y límites en su gestión de control; sin embargo, una deficiencia que presentan las disposiciones y normas que regulan la condición de observador de las ONGs, es el hecho de que no les entregan explícitamente un rol específico en el procedimiento de presentación de informes⁶⁹⁹. Evidentemente que con su participación en las reuniones tienen la opción de realizar sus críticas a estos informes de Estado e indicar sus propias interpretaciones de la información. Cabe destacar que el acceso a una reunión puede ser limitado a petición de cualquier Parte⁷⁰⁰.

En general podemos decir que el papel de las ONGs ambientalistas sigue siendo con mayor o menor intensidad el de actuar como organismos de control y grupos de presión frente a los países, revelando en muchas ocasiones datos y

sobre la responsabilidad civil de daños resultantes de actividades peligrosas para el medio ambiente, de 21 de julio de 1993 (Capítulo III); Protocolo de Montreal (Art. 11, párrafo 5) Destaca la participación activa que tuvieron tanto de Greenpeace y WWF en el debate sobre la comunicación de datos y sobre la cuestión de la confidencialidad de la información en la primera reunión de las Partes en el protocolo.; Convenio de Helsinki, de 17 de marzo de 1992, sobre protección y uso de los cursos de agua transfronterizos y lagos internacionales (Art. 16.1); la CMNUCC de 1992 (Art. 6). Destacan asimismo, OECD Council Decision-recommendation concerning the provision of information to the public and public participation in decision-making processes related to the prevention of and response to accidents involving hazardous substances July 8, 1998. 28*ILM* (1989) at 277; ECE Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context, 30 *ILM* 802 (1991).

⁶⁹⁶ Vid. PITEA, C. (1991), "The Legal tatus of NGOs in environmental non-compliance procedures: an assesment of Law and practice", en DUPUY, P.M.; VIERUCCI, L. (Ed.) (2008), *NGOs in international law: efficiency in flexibility?*. Cheltenham; Northampton, MA: Edward Elgar, cop., pp. 181-203.

⁶⁹⁷ Vid. SACHARIEW, K. (1991), p. 48.

⁶⁹⁸ Vid. ULFSTEIN, G., MARAUHN, T; ZIMMERMANN, A. (2008), p. 367.

⁶⁹⁹ Vid. Art. 34 Convención de Wellington sobre el régimen jurídico de las actividades relativas a los recursos minerales antárticos, 2 junio 1988; Art. 15, para. 5 del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, de 1989 (BOE núm. 226-227, de 22 de septiembre de 1994,).

⁷⁰⁰ Caso ejemplo es la negativa por parte del Comité en 1984 de la Convención sobre Recursos Minerales en la Antártica de 1980, de permitir la actuación de Greenpeace con el estatus de observador, y las dificultades encontradas por el Antarctic and South Ocean Council (ASOC) en conseguir dicho estatus.

situaciones que de no estar permanecerían en desconocimiento de la opinión pública internacional.

Llegados a este punto, el sistema de gobernanza ambiental, que ha imperado por estos años, con todas las reservas y mejoras, muchas de ellas de gran necesidad, ha sido sin lugar a dudas un mecanismo de utilidad frente al deterioro medioambiental. Mediante la utilización del Derecho internacional del medioambiente plasmado en la realización de acuerdos multilaterales, ha forzado al acuerdo en cuestiones que tal vez en otro foro no hubiesen sido posible.

4.5. La eficacia de los regímenes internacionales medioambientales

BORRAS PENTINAT⁷⁰¹ en su tesis doctoral luego de una extensa revisión del concepto de control destaca que el:

« [...] control internacional tiene su razón de ser en el ámbito del ordenamiento jurídico internacional, es decir, que se prevé en una norma de este ordenamiento o en un acto adoptado en virtud de esta norma; y que se dirige a la aplicación, por parte del sujeto internacional, de las obligaciones derivadas de esta norma, o a la observancia o cumplimiento de los cánones de valoración por parte del mismo sujeto; ya sean normas jurídicas vigentes u otros cánones de

⁷⁰¹ Vid. BORRAS PENTINAT, S. (2007), p. 48-65. En su tesis doctoral aborda los mecanismos de control de la aplicación y del cumplimiento de los tratados internacionales multilaterales de protección del medio ambiente. Con respecto al control internacional plantea las dificultades de orden doctrinal, semántico y terminológico; lo anterior evidentemente acarrea dificultades al momento de realizar su estudio. La autora describe varias problemáticas que presenta el estudio del concepto control internacional destacando dentro del carácter terminológico, la existencia de algunas nociones como: aplicación (“implementation”); ejecución (“Application”); cumplimiento (“compliance”); verificación (“verification”); supervisión (“supervision” o “surveillance”), observación (“monitoring”), efectividad y eficacia; las cuales deben ser correctamente definidas y entendidas.

De este modo concreta que la aplicación «consiste en el conjunto de medidas legislativas, reglamentarias o políticas adoptadas por los Estados necesarias para hacer efectivo el Derecho internacional en sus respectivos ordenamientos internos en particular, aquellas disposiciones normativas contenidas en los tratados internacionales. La aplicación permite que los tratados internacionales se integren en los ordenamientos jurídicos internos con el fin de proceder a su puesta en práctica.»

La ejecución «[...] deriva del término utilizado en los sistemas jurídico internos y en la Convención de Viena sobre derecho de los tratados de 1969. [...] es la realización práctica de las medidas adoptadas, a través de actos de derecho interno que permiten proceder a la aplicación de los tratados en el ordenamiento jurídico interno. [...]».

El cumplimiento «deriva del término inglés compliance y del francés contrôle y se refiere a si los Estados se adhieren a las disposiciones de los tratados y a las medidas que ellos mismos habían instituido para aplicar el contenido del tratado. [...] incluye la valoración de la adecuación de las medidas de aplicación de derecho interno y se extiende a la valoración del comportamiento como conforme o no a las obligaciones jurídicas asumidas en el tratado internacional».

La verificación «consiste en la revisión de la ejecución de los Estados, periódicamente o ocasionalmente, por medios nacionales o internacionales, por una acción unilateral o multilateral. Pero la verificación no cubre las consecuencias de las violaciones o incumplimiento.»

valoración que no sean obligatorios.»

Concluyendo más adelante que:

«A través de una concepción más amplia, cabe definir el control internacional como aquel instituto jurídico cuya finalidad es garantizar la aplicación y el cumplimiento del Derecho internacional a través de diferentes mecanismos basados en un procedimiento, normalmente complejo, que trata de prevenir, comprobar y promover el acomodo efectivo de la conducta de los sujetos internacionales, esencialmente Estados, a cánones diversos de valoración jurídica».⁷⁰²

En los últimos años, una parte importante de la atención en Derecho internacional del medio ambiente se ha volcado a legislar cuestiones de aplicación, cumplimiento y efectividad de los acuerdos o tratados por los Estados en las distintas materias.

Dentro de este marco, existen dos conceptos: eficacia (*“efficacy”*) y efectividad (*“effectiveness”*), que si bien en muchas áreas se consideran sinónimos dentro del marco del derecho existen diferencias que son ineludibles de considerar. En general, cuando calificamos a una norma como eficaz estamos entendiendo que esta cumple con los objetivos planteados por la misma y cuando la calificamos como efectiva, se refiere al hecho de que si esta se aplica o no. Como acota CALSAMIGLIA⁷⁰³ una buena ley es aquella que consigue ambos objetivos juntos.

De este modo un legislador debe ser capaz de incentivar a los ciudadanos a cumplirla en las condiciones sociales propias al medio donde es aplicada, es decir, que sea efectiva; como también que el medio sea el idóneo para lograr el fin, que sea eficaz. Nótese que una norma puede ser obedecida y sin embargo, no ser eficaz, pues no logra los resultados buscados, es decir, el instrumento normativo es inadecuado o

⁷⁰² Haciendo notar que esta definición se asemeja mucho a la elaborada por AZNAR GÓMEZ, en su tesis doctoral, aunque si bien este autor la aplica al ámbito de control de armamentos. AZNAR GÓMEZ subraya el aporte de MARIÑO MENÉNDEZ, en su Manual de Derecho Internacional, donde apunta que el control esta referido al «[...] conjunto de procedimientos y técnicas destinadas a verificar si el comportamiento de los Estados se adecua o no a lo exigido por normas de conducta internacionales, que son por lo general normas jurídicamente obligatorias establecidas por tratados internacionales. En algunas ocasiones, [...] se verifica el cumplimiento de normas de conducta no estrictamente obligatorias en términos jurídicos, caso en el cual el correspondiente procedimiento persigue no tanto prevenir su incumplimiento cuanto promocionar su puesta en práctica» (énfasis del autor). Véase MARIÑO MENÉNDEZ, F.M. (2005), *Derecho Internacional Público* (parte General), Trota, 4ª Ed., Madrid, p. 455. Para mayor detalle AZNAR GÓMEZ, M.J. (1995), en su tesis doctoral publicada con el título *Los métodos de verificación en el Derecho internacional del desarme (1945-1995)*, Biblioteca Diplomática Española, Sección varios, 3, Ministerio de Asuntos Exteriores, Madrid, p.11.

⁷⁰³ Vid. CALSAMIGLIA, A. (1993), *Racionalidad y eficiencia del derecho*. México, D.F.: Fontamara. p. 66.

esta mal diseñado. Cabe tener presente que la norma se aplica al conjunto de la sociedad, la que puede presentar distintas reacciones.⁷⁰⁴

Por su parte, EBBESSON⁷⁰⁵, respecto de la eficacia de los acuerdos internacionales, plantea la multiplicidad de factores que rodean e influyen directa o indirectamente en el logro de las metas trazadas. El régimen normativo elaborado es fundamental pero no el único factor; prueba de esto es que un mismo régimen aplicado en distintos lugares, con el nivel de cooperación y la efectividad diferentes puede dar resultados distintos. Factores como el clima político, la opinión pública, las circunstancias políticas y sociales, las políticas de incentivos, el grado de cooperación, etc. son algunos de los factores que interfieren en la eficacia de un régimen determinado. Asimismo, enfatiza, que la efectividad de los acuerdos internacionales ambientales no depende solo de las medidas restrictivas o políticas que constan en la norma, debe incluir también la cuestión de fondo en cuanto a si las condiciones ambientales mejoran o solo se detienen como consecuencia de la cooperación.

Para LEVY, YOUNG y ZÜRN⁷⁰⁶ la “eficacia” o “*effectiveness*” está relacionada con las instituciones creadas por actores para contribuir a la solución de los problemas que motivan su creación. Como también, a lograr un cambio hacia una dirección determinada, es decir, logro del fin para el cual fue creada. «En el análisis final, por lo tanto, la eficacia es una cuestión de hasta qué punto un régimen aminora el problema que impulsó su creación». Definición que se acerca a la asentada por VÍCTOR, LANCHBERY y GREENE,⁷⁰⁷ los que consideran un régimen internacional eficaz en la medida que provoca un cambio de comportamiento -orientado hacia la solución del problema -. Aunque matizan con tres consideraciones a tomar en cuenta: la capacidad y cooperación para lograr algún tipo de acuerdo; si el acuerdo y su desarrollo reflejan intereses subyacentes de aquellos que tienen algo en juego, y por último, si el acuerdo promueve una gestión racional científica o técnica.

Por otro lado, si consideramos que los acuerdos multilaterales ambientales, surgen generalmente en respuesta a problemas particulares, como la

⁷⁰⁴ Vid. CALSAMIGLIA, A. (1993) pp. 63-74; GALIANA SAURA, A. (2008), *La Ley: entre la razón y la experimentación*. Valencia: Tirant lo Blanch. pp. 228-278.

⁷⁰⁵ Vid. EBBESSON, J. (1996), pp. 15-16.

⁷⁰⁶ Vid. LEVY, M.A., YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (1996), pp. 267-330.

⁷⁰⁷ Vid. VICTOR, D.G., LANCHBERY, J.; GREENE, O. (1994), “An Empirical Study of Review Mechanisms in Environmental Regimes”, WP-94-115, *Internacional Institute for Applied Systems Analysis*, Austria.

“lluvia ácida”, la contaminación transfronteriza o la contaminación de cursos fluviales, la mejora o solución de estas cuestiones, no se puede atribuir solamente a la creación y el funcionamiento del régimen respectivo, pues estamos frente a sistemas sociales que, por definición, presentan características complejas sometidos a diversos factores condicionantes de entorno⁷⁰⁸. Pues como señala YOUNG⁷⁰⁹ «*the signal of regime effects from the noise arising from the impacts of a wide range of other forces*». De este modo no resulta sencillo atribuir los eventuales cambios observados solamente a la operación de determinadas normas internacionales. Más aún, como destacan LEVY, YOUNG y ZÜRN,⁷¹⁰ si se considera que la motivación viene generada por la gravedad del problema a solucionar, evidentemente impulsa a que los actores adopten soluciones por medio de una variedad de medios alguno de los cuales no tienen ninguna relación con el régimen directamente.

Dentro del mismo contexto, O’NEILL⁷¹¹ destaca a Bernauer quien identifica a los regímenes de éxito como aquellos que: 1. Cambian el comportamiento o los Estados y otros actores en la dirección en la tendencia de las Partes cooperantes; 2. Resuelve el problema ambiental para el cual se han diseñado, y por último 3. Son capaces de hacerlo de una manera eficiente y equitativa. Asimismo, recuerda que Young identifica al menos seis dimensiones distintas de la eficacia del régimen internacional: la resolución de problemas, la consecución de objetivos y de comportamiento, el proceso constituyente; la eficacia de evaluación, teniendo en cuenta cómo los regímenes de resuelven los problemas o alcanzan sus metas; el comportamiento de los participantes: cambio en el sentido útil maneras; y si sus resultados cumplen con criterios como la equidad o la eficiencia.

Para el autor⁷¹², en términos prácticos, el análisis sobre la eficacia de un

⁷⁰⁸ Vid. YOUNG, O.; LEVY, M.A. (1999), p. 1-31; UNDERTAL, A. (2002), “One Question, Two Answers”, en MILES, E. et. al. (1999), *Environmental regime effectiveness: confronting theory with evidence*. Cambridge, MA.: The MIT Press, cop., pp. 3-59.

⁷⁰⁹ Vid. YOUNG, O. (2001), “Inferences and indices: Evaluating the effectiveness of international environmental regimes. *Global Environmental Politics*, 1(1), 99-121, p.11.

⁷¹⁰ Vid. LEVY, M.A., YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (1996), pp. 267-330.

⁷¹¹ Vid. O’NEILL, K. (2009), *The Environment and International Relations*. New York: Cambridge University Press, p. 106. BERNAUER, T. (1995), “The Effect of International Environmental Institutions: How We Might Learn More”. *International Organization*, Vol. 49, No. 2 (Spring, 1995), pp. 358.

⁷¹² Vid. O’NEILL, K. (2009), pp. 106-107. Para la definición de cumplimiento recurre a FAURE, M.; LEFEVERE, J. (2005). Compliance with Global Environmental Policy, en AXELROD, R.S., DOWNIE, D.L.; VIG, J. (Ed.) (2005), *The Global Environmental: Institutions, Law, and Policy*. Washintong DC: CQ Press.

régimen debe realizarse desde dos perspectivas: cumplimiento y resolución de problemas. Donde el concepto cumplimiento se define generalmente como «el grado en que el comportamiento del Estado - parte de un tratado internacional - en realidad se ajusta a las condiciones establecidas en el presente Tratado». En este sentido hay que tener presente, la importancia de la normativa nacional o interna de los Estados participantes de un tratado internacional, pues no basta con la firma o ratificación del mismo; en último termino el cumplimiento y resolución del problema estará relacionado con la elaboración de una normativa acorde con las metas planteadas en el instrumento internacional. En semejante línea de estudio se presentan cuestiones como la eficacia de estas normas para lograr cambios en las empresas o industrias con impacto medioambiental o si los Estados superan las expectativas de cumplimiento, o simplemente se adhieren a la carta de acuerdo.

Otro aspecto, que a nuestro juicio merece ser nombrado es el que desarrolla HAAS⁷¹³ quien introduce el concepto “*epistemic community*” (“comunidad epistémica”) como una herramienta analítica para investigar el papel de la ciencia en la formación y desarrollo de un régimen⁷¹⁴. De este modo la comunidad epistémica es una red transnacional de profesionales con poder político debida a la autoridad sustentada en sus conocimientos. Los miembros de una comunidad epistémica no necesariamente provienen de la misma corriente de conocimiento o de la misma disciplina, pero comparten un cuerpo común de conocimientos que interpretan de forma similar. Como también comparten valores y política, es decir, una convicción sobre cómo mejorar el bienestar humano.

Generalmente conceptos como "aplicación" (“*implementations*”), "cumplimiento" (“*compliance*”) y "eficacia" (“*effectiveness*”) son utilizados indistintamente, pero existen diferencias entre ellos de carácter analítico que son importantes de resaltar. "Aplicación" se refiere a las leyes y reglamentos que promulguen los Estados de conformidad con sus obligaciones en virtud de tratados, y, por tanto, un subconjunto de “cumplimiento”, el conjunto de cambios de comportamiento provocados por las obligaciones del régimen. La “eficacia” es más un concepto global, que abarca los elementos expuestos por Young y Benauer, pero a menudo se refiere principalmente a la solución de problemas ambientales.

⁷¹³ Vid. HAAS, P.M. (1992), “Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination”, *International Organization* 46(1): 1–35, p. 3. Cabe destacar como lo hace el autor que este concepto ha sido definido y utilizado en diversos campos frecuentemente dentro comunidades científicas. Ahora bien, Haas apunta que su interpretación del concepto a diferencia de otros autores no la circunscribe a un grupo determinado, sino esta red la pueden conformar científicos a lo cuales les une la búsqueda de semejantes intereses y verdades. En otras palabras buscan una verdad colectiva.

⁷¹⁴ Vid. LIDSKOG, R.; SUNDQVIST, G. (2002), “The role of science in environmental regimes: the case of LRTAP”, *European Journal of International Relations*, 8, 1, P 77–101, p. 6.

Ahora bien, ya en el plano de evaluación de la efectividad de un régimen cabe puntualizar la necesaria compatibilidad entre la norma internacional y la nacional, pues como apunta EHRMANN,⁷¹⁵ cuando se requieren medidas a escala nacional para alcanzar el objetivo final del acuerdo internacional, el proceso puede ser lento y muchas veces imposibilita la puesta en práctica de estos instrumentos internacionales.⁷¹⁶

Tabla Nº 10
Aplicación, cumplimiento y eficacia

Aplicación, Cumplimiento, Eficacia	
I.	Aplicación
II.	Cumplimiento
	A. Cumplimiento con obligaciones específicas del tratado
	1. Obligaciones procesales
	2. Obligaciones sustantivas
	B. Cumplimiento con el espíritu del tratado
III.	Eficacia
	A. En los logros de los objetivos iniciales del tratado
	B. En la solución de los problemas que condujeron al tratado

Fuente: WEISS, E.B.; JACOBSEN, H.K. (1998), "A Framework for Analysis", en WEISS, E.B.; JACOBSEN, H.K. (Ed.) (1998), *Engaging countries: Strengthening compliance with international environmental accords*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, p.5.

Por su parte JACOBSON y WEISS,⁷¹⁷ enfatizan que los acuerdos internacionales son efectivos solamente si las Partes realizan sus tareas. Es así como la efectividad no solamente depende de cómo se implementan los acuerdos -mediante legislación formal o por regulaciones adoptadas por los Estados para cumplirlos - sino también, por el cumplimiento – esto significa la observancia de estas normas y la asunción de los compromisos contenidos en el determinado acuerdo -. «Una legislación débil puede producir un débil cumplimiento; del mismo modo que una legislación fuerte puede producir el mismo efecto». En este contexto, la aplicación dice relación con el proceso de medidas legislativas, administrativas y de otra índole adoptadas por los Estados Parte de un tratado en el cumplimiento de sus compromisos.

⁷¹⁵ Vid EHRMANN, M. (2002), "Procedures of Compliance Control in International Environmental Treaties". Summer, 13 *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy Yearbook* 377.

⁷¹⁶ Al respecto revisar CALSAMIGLIA, A. (1993), *Racionalidad y eficiencia del derecho*. México, D.F.: Fontamara. pp. 25-45; HAKÄPÄÄ, K. (1981), "Marine Pollution in International Law". *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*; Helsinki; KAY, D.A.; JACOBSON, H.K. (Eds.) (1983), *A Framework for Analysis; in Environmental Protection, The International Dimension*. New Jersey, Osmun, pp. 1-21.

⁷¹⁷ Vid. WEISS, E.B.; JACOBSEN, H.K. (1998), pp. 1-2.

4.6. Los regímenes jurídicos de protección de la atmósfera

A nivel internacional se cuenta con tres regímenes jurídicos de protección de la atmósfera, los cuales son liderados en cada caso por un Convenio de carácter marco seguido de protocolos o enmiendas. El primer Convenio marco realizado fue el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de Ginebra de 13 de noviembre de 1979,⁷¹⁸ el cual inicialmente surge dirigido al control de las emisiones de contaminantes que producen la “lluvia ácida” y a él nos referiremos en el siguiente Capítulo. Posteriormente se suscriben el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, hecho en Viena el 22 de marzo de 1985⁷¹⁹ y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), hecha en Nueva York, el 9 de mayo de 1992⁷²⁰.

4.6.1. Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y Protocolo de Montreal

La protección que ejerce la estratosfera está en directa relación con la proporción de gas ozono presente. Su mecanismo de formación y destrucción fue propuesto por Chapman en 1930 donde la molécula de oxígeno al absorber energía UV de baja longitud de onda, se rompe y forma dos átomos de oxígeno, primera de la serie de reacciones de un mecanismo que mantiene un balance siempre y cuando no se produzca un desequilibrio originado por la presencia de agentes que intervengan en el proceso. Estas últimas son las denominadas Sustancias que Agotan el Ozono, en inglés *Ozone Depleting Substances* (ODS).

En el año 1974 Molina y Rowland⁷²¹ publicaron un estudio que mostraba la

⁷¹⁸ BOE núm. 59, de 10 de marzo de 1983.

⁷¹⁹ BOE núm. 2275, de 16 de noviembre de 1988.

⁷²⁰ BOE núm. 27, de 1 de febrero de 1994.

⁷²¹ Vid. GILLESPIE, A. (2006), pp. 3-9; SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. (2006), pp. 186 y ss.; BAIRD, C. (2001), *Química Ambiental*. (2ª edición), Barcelona: Editorial Reverté, S.A., pp. 25 y ss.; Molina, Rowland y otros ganarían el Premio Nobel de Química de 1995 por sus estudios sobre la química atmosférica del ozono. Para mayor información ver MOLINA, M.J.; ROWLAND, F.S. (1974), “Stratospheric Sink for Chlorofluoromethane: Chlorine Atom Catalyzed Destruction of Ozone”. *Nature*, Vol.249, p. 811. Posteriormente a la publicación de este estudio y con las sucesivas evidencias de la disminución o adelgazamiento de esta capa en la Antártida, en 1981 el Consejo de Administración de UN formó un grupo de trabajo para preparar un convenio marco mundial para la protección de la capa de ozono. Siendo su objetivo principal lograr la elaboración de un tratado general para enfrentar el agotamiento de la capa de ozono. En Viena se firma el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, el

capacidad de los CFCs, para actuar como catalizadores en la reacción fotoquímica de ruptura del ozono en presencia de energía de alta frecuencia UV.

Por otra parte, en el año 1985 un grupo de científicos liderados por J. Farman obtuvieron evidencias de la disminución en la capa de ozono antártico que revelaba una notable disminución en los meses primaverales, entre septiembre y noviembre⁷²².

La estratosfera es una capa de una altitud de aproximadamente 45 Km. en la cual se presentan tres procesos dentro del contexto del ozono estratosférico: su formación, destrucción y transporte. Los dos primeros se llevan a cabo fundamentalmente en la estratosfera superior, debido a la mayor cantidad de luz UV a velocidades de reacción elevadas, y prácticamente en el mismo lugar debido a que su destrucción se realiza *"in situ"*. El tercer proceso requiere un transporte hacia otras áreas, transferencia que adquiere relevancia en la baja estratosfera, debido a la menor presencia de luz UV los tiempos de vida del ozono son mayores, permitiendo su transporte hacia otras áreas. Todas estas características provocan una concentración de ozono no homogénea; por ejemplo, la mayor producción de ozono se realiza en el ecuador, distribuyéndose por medio de los vientos y movimientos convectivos.

Tomando en cuenta estos estudios, en 1978 los EE.UU. prohíben el uso de los CFCs en los aerosoles. A medida que avanzaban las investigaciones distintos países asumen medidas similares intentando ampliar la limitación la mayor cantidad de usos en los cuales se utilizan estos productos sintéticos. Será en 1981 cuando el Consejo de Administración del Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA),

22 de marzo de 1985 (BOE núm. 2275, de 16 de noviembre de 1988), donde las naciones convinieron en adoptar "medidas apropiadas ... para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos resultantes o que puedan resultar de las actividades humanas que modifiquen o puedan modificar la capa de ozono;" medidas que no se especifican como tampoco se nombran las sustancias culpables; En el anexo final se menciona a los CFC como productos químicos que se deben vigilar. El objetivo principal del Convenio era incentivar la investigación, la cooperación entre los países y el intercambio de información. Paralelamente los estudios científicos prosiguieron y en 1985 "Nature" publicó los resultados de una investigación dirigida por el británico Dr. Joe Farman donde entrega datos concluyentes acerca del agotamiento grave de la capa de ozono en la Antártica, datos confirmados mediante observaciones realizadas desde satélites estadounidenses. En septiembre de 1987 se firmó el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, hecho en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989).

⁷²² Vid. PETRUCCI, R.H., HARWOOD, W.S.; HERRING, F.G. (2003), p. 189, citando publicación de FARMAN, J., *et. al.* (1985), "Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction". *Nature*, 3715, 207-210. El estudio de datos recogidos en la Antártica Británica muestra que los niveles de ozono se había reducido a 10% por debajo de los niveles normales de enero para la Antártida

creó un grupo de trabajo “*ad hoc*” formado por científicos y juristas de expertos, con el objetivo de elaborar un marco general para la protección de la capa de ozono, y para abordar la problemática de su destrucción.

Los trabajos se concretarían mediante el Convenio para la protección de la capa de ozono, adoptado en Viena en marzo de 1985, el primer acuerdo internacional que reconoció los posibles efectos adversos sobre el medio ambiente global futuro.

El Convenio de Viena tenía como propósito fundamental estimular la investigación y observación científica; la cooperación entre las naciones de manera de adquirir el mayor conocimiento posible sobre los procesos que se llevan a cabo en la atmósfera; se acuerda el control de numerosas sustancias y estudios de los procesos que desarrollan en la atmósfera. En el ámbito administrativo incluye el establecimiento de protocolos y procedimientos para las enmiendas y resolución de disputas.

Respecto al texto, en su Art. 1, las Partes reconocen dos riesgos a partir de las evidencias científicas:

- a) “Una modificación de la capa de ozono que causase una variación de la cantidad de radiación solar ultravioleta con efectos biológicos (UV-B) que alcanza la superficie de la tierra y las posibles consecuencias para la salud humana, los organismos, los ecosistemas y los materiales útiles para el hombre;
- b) Una modificación de la distribución vertical del ozono que pudiera alterar la estructura térmica de la atmósfera, y las posibles consecuencias sobre las condiciones meteorológicas y el clima.”

Asimismo, en el Art. 4 se incluyen las ⁷²³ “sustancias químicas de origen natural o antropogénico...” que podrían afectar química o físicamente la capa de capa de ozono. Dentro de estas sustancias se encuentran las que contienen carbono (monóxido de carbono (CO), anhídrido carbónico ⁷²⁴ (CO₂), metano (CH₄), e hidrocarburos que no contienen metano); sustancias nitrogenadas (óxido nitroso (N₂O) y óxido de nitrógeno en general (NO_x); sustancias cloradas (alcanos ⁷²⁵ totalmente

⁷²³ Vid. GILLESPIE, A. (2006), pp. 31 y ss. Específicamente esta inclusión se realiza en el Anexo 1 o B, en su Art. 4.

⁷²⁴ Cabe destacar que de manera expresa se indica que el dióxido de carbono, afecta a la capa de ozono por su influencia en la estructura térmica de la atmósfera.

⁷²⁵ Vid. PETRUCCI, R.H., HARWOOD, W.S.; HERRING, F.G. (2003), *Química General, Reactividad química, compuestos inorgánicos y orgánicos*. (8ª edición), Vol. 2, Madrid: Prentice Hall, pp. 325 y ss. Los alcanos (también conocidos como “parafinas”) son compuestos orgánicos de carbonos e hidrógenos, son hidrocarburos, su fórmula general para alcanos alifáticos (de cadena lineal) es C_nH_{2n+2}, y para cicloalcanos es C_nH_{2n}. También reciben el nombre de hidrocarburos saturados.

Su característica principal es que son moléculas orgánicas formadas únicamente por átomos de carbono e hidrógeno, sin contar con funcionabilidad, dicho de otro modo no contienen grupos funcionales como

halogenados, por ejemplo, CCl_4 , CFC_{13} , (CFC_{11}) , $CF_2 C_{12}$ (CFC_{-12}), $C_2F_3C_{13}$ (CFC_{-113}), $C_2F_4C_{12}$ (CFC_{-1194}) y alcanos parcialmente halogenados, por ejemplo, CH_3Cl , DHF_2Cl (CFC_{-22}), $CH CCl_3$, $CHFC_{12}$ (CFC_{-21}); sustancias bromadas (Alcanos totalmente halogenados, por ejemplo, CF_3Br); y sustancias hidrogenadas (hidrógeno (H_2), agua (H_2O)).

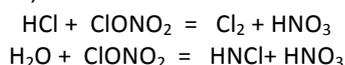
La mayor alarma frente a la pérdida de grosor de la capa de ozono se ha presentado en los Polos, y muy particularmente en la Antártida debido a las particulares condiciones atmosféricas que se presentan. En general existen dos factores fundamentales a la hora de explicar el ciclo que presenta el llamado agujero de ozono antártico; las extremas bajas temperaturas y la luz solar. Durante los fríos inviernos polares en la estratosfera el aire que queda atrapado debido a la formación de una corriente de aire que rodea a los Polos conocida como “*vortex*”, aunque este aire presenta una muy baja humedad de igual modo se forman nubes, en condiciones extremas de bajas temperatura durante la noche polar y en presencia de ácido nítrico (HNO_3), se favorece la formación de partículas de hielo denominadas nubes polares estratosféricas, las que actúan como un catalizador heterogéneo al proporcionar una superficie para las reacciones en las que el cloro (Cl_2) o el nitrato de cloro ($ClONO_2$), se transforman en moléculas cloradas con elevada actividad⁷²⁶.

Con la llegada de la primavera, la luz proveniente del Sol reacciona con estas moléculas liberando el cloro en sus distintas formas ($ClO\bullet$, $Cl\bullet$) responsable de la destrucción del ozono⁷²⁷. Si bien en ambos Polos podemos observar este fenómeno, en el Polo Sur o Antártida es más pronunciado debido a que las temperaturas del Ártico son más constantes no presentando disminuciones que permitan la eliminación

el carbonilo ($-CO$), carboxilo ($-COOH$), amida ($-CON=$), etc. al estar formados solamente por carbonos e hidrógenos, sus todos sus enlaces son del tipo simple o sigma, es decir, covalentes pues comparten un par de electrones en un orbital s. Son compuestos de baja reactividad.

El alcano más sencillo es el metano (CH_4) con un solo átomo de carbono. Otros alcanos conocidos son el etano (C_2H_6), propano (C_3H_8), etc. Su fuente principal proviene del petróleo y sus derivados.

⁷²⁶ Vid. SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), pp. 212-213. La presencia de ácido nítrico es determinante para la secuencia de destrucción de ozono durante la época primaveral. Cuando se produce la evaporación de las nubes troposféricas, este ácido se transforma a dióxido de nitrógeno.



Semejante secuencia de reacciones se lleva a cabo con el bromo (Br), pues al igual que el cloro, es un halógeno de elevada reactividad en estas condiciones.

⁷²⁷ Vid. SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. (2004), pp. 195-217; SEINFELD, J.H.; PANDIS, S. N. (2006), pp. 189-214.

de ácido nítrico por la condensación de las nubes.

Dentro del marco del Convenio de Viena se celebra el Protocolo de Montreal⁷²⁸, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, de 16 de septiembre de 1987 y que entra en vigor el 1° de enero de 1989, sobre la base de negociaciones iniciadas entre los países europeos escandinavos y los EE.UU. Este protocolo viene a regular una variedad de gases de efecto invernadero (GEI), fundamentalmente las concentraciones de cloro y el bromo, elementos que se encuentran en los CFC, los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), clorocarbonos, bromocarbonos y los halones.

Uno de los primeros acuerdos que se establece es una reducción del 50% en la producción de los CFCs especificados antes del año 1999, y el congelamiento del consumo de halones.

Este protocolo que lleva más veinte años desde su celebración con 197 firmantes, ha resultado ser uno de los acuerdos internacionales más exitosos, pues se han logrado eliminar en gran medida aquellos elementos que contribuían a la destrucción de la capa de ozono. A más de 20 años de su firma, sumando sus pretensiones iniciales y las posteriores enmiendas o modificaciones⁷²⁹, en concreto se

⁷²⁸ BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989.

⁷²⁹ Panel Review Meeting for the 2006 Ozone Assessment (Les Diablerets, Switzerland, 19-23 June 2006); Manual del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985, Séptima edición (2006), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; IPCC/TEAP, 2005: Special Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons [Metz, B., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 488 pp.

Mediante el Protocolo de Montreal se introducen medidas tendientes a controlar de reducción en la producción de gases CFC (clorofluorocarbón), halones y bromuro de metilo, cuya presencia en la atmósfera es considerada la principal causa del adelgazamiento en la capa de ozono, para los países desarrollados (Países que no operan al amparo del Art. 5). Para aquellos países en desarrollo, que operan bajo el amparo del Art. 5, se les otorgó un período de gracia que les permitía aumentar el uso de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) antes de adquirir los compromisos posteriores.

A partir de la celebración de este protocolo se realizan diversos ajustes tendientes a aumentar las SAO, con obligaciones y plazos nuevos. Específicamente se celebran 4 enmiendas o modificaciones, la primera es la enmienda de Londres de 1990, correspondiente a la segunda reunión de las Partes o RdP-2, se incluyen en el listado diez CFCs más a la lista de SAOs, asimismo se agrega el tetracloruro de carbono (CTC) y el metilcloroformo. Adicionalmente se crea el Fondo Multilateral de Implementación del Protocolo de Montreal.

Por la enmienda de Copenhague de 1992, correspondiente a la RdP-4, se ajustan plazos y controles para el metilbromuro, los hidrobromofluorocarbonos y los hidroclorofluorocarbonos (HCFCs). Asimismo se establece un Comité de Implementación, que examinará los casos de incumplimiento por parte de las Partes.

han eliminado en producción e importación algo más de cien productos químicos fundamentalmente CFCs.

Tabla Nº 11
Situación de los productos químicos incluidos en el
Protocolo de Montreal a 20 años de su firma.

	A 20 años	Plazo de Cumplimiento
CFCs		
Países Desarrollados	≅ 100% persiste en uso médico	
Países en Desarrollo	≅ 75%	2010
Halones		
Países Desarrollados	≅ 100% persiste industria aeronáutica y militar	
Países en Desarrollo	≅ 75%	2010
Tetracloruro de carbono*		
Países Desarrollados	Eliminada	
Países en Desarrollo	≅ 85%	2010
Hidroclorofluorocarbonos**		
Países Desarrollados	S/I	2030
Países en Desarrollo	S/I	2040
Metilcloroformo		
Países Desarrollados	Eliminado	
Países en Desarrollo	> 67%	2015
Metilbromuro		
Países Desarrollados	70% persiste uso agrícola	2005
Países en Desarrollo	40%	2015
Otros***		
Países Desarrollados	S/I	S/I
Países en Desarrollo	S/I	S/I

Fuente: Panel Review Meeting for the 2006 Ozone Assessment (Les Diablerets, Switzerland, 19-23 June 2006). Manual del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985, Séptima edición (2006),

*El protocolo no controla este producto cuando es utilizado como materia prima.

** Utilizados inicialmente como sustitutos de los CFC. Los países desarrollados están reduciendo paulatinamente su utilización. Por el contrario, se aprecia un aumento de su uso en países en desarrollo que no están obligados a eliminarlos.

*** Los hidrobromofluorocarbonos (HBFC), bromoclorometano (BCM) y otros CFC totalmente halogenados. Se aconseja la limitación en su uso.

Dentro de su estructura administrativa, se crea un Fondo Multilateral⁷³⁰ cuyo objetivo fundamental es prestar soporte a los países en vía de desarrollo y cuenta con una Secretaría integrada por 7 países desarrollados y 7 en vías de desarrollo.

La enmienda de Montreal, de 1997, correspondiente a la RdP-9, destaca la implementación de un nuevo sistema de licencia para la importación y exportación de SAO, se acuerda la prohibición de comerciar metilbromuro, y se ajustan plazos.

La enmienda de Beijing, de 1999, en la RdP-11, destacan controles sobre el bromoclorometano y controles adicionales sobre los HCFCs, y la emisión de informes sobre metilbromuro en distintas aplicaciones. En lo que respecta al Fondo Multilateral, se añaden fondos.

⁷³⁰ Este Fondo se sustenta con el aumento de los aportes realizados por parte de los Países que operan al amparo del Art. 5 en la implementación de las medidas de control del protocolo y financia las funciones del mecanismo de intercambio, como asistencia técnica, información, capacitación y los costos de la propia Secretaría. Este Fondo tiene un mecanismo de aporte que se realiza cada tres años.

Asimismo, se han considerado disposiciones especiales para aquellos países menos desarrollados o en vía de desarrollo, con la concesión de períodos mayores para el cumplimiento de los objetivos dependiendo del producto y su dificultad de cambio o sustitución; se intenta que estos firmantes puedan lograr los objetivos trazados.

Para el control de los acuerdos, se establece la elaboración anual de un informe (Art. 7.2) en donde cada Parte presenta los datos sobre producción, importación y exportación de cada uno de los productos incluidos dentro del listado a controlar⁷³¹. Estos informes son revisados por un Comité de Aplicación, que cuenta con 10 Partes, las que evaluarán el estado de cumplimiento por parte de los países firmantes. Dentro del ámbito comercial se prohíbe a las Partes comerciar con sustancias que agotan el ozono con entidades que no son Partes (Art. 4).

En lo respecta a los resultados⁷³² del Protocolo de Montreal y sus enmiendas y ajustes, en general se aprecian considerables reducciones y mejoras en las condiciones de la capa de ozono; en el caso del cloro orgánico en la troposfera muestra una tendencia a la baja de manera lenta pero sostenida, y el cloro inorgánico en la estratosfera mundial se ha estabilizado.

⁷³¹ Manual del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985, Séptima edición (2006), Las sustancias sujetas a requisitos de información y medidas de control son las siguientes:

Anexo A, Grupo I: los clorofluorocarbonos (CFC) y Grupo II: Halones (presentación de informes las obligaciones y medidas de control introducidas en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, hecho en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989) original, 1987);

Anexo B, Grupo I: otros CFC totalmente halogenados, Grupo II: tetracloruro de carbono y Grupo III: metilcloroformo obligaciones de información y medidas de control establecido en la Enmienda de Londres del Protocolo de Montreal, 1990);

Anexo C, Grupo I: los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) (obligación de presentar informes introducidos en la Enmienda de Londres del Protocolo de Montreal, de 1990, pero a medidas de control introducidas por la Enmienda de Copenhague del Protocolo de Montreal, 1992);

Anexo C, Grupo II: hidrobromofluorocarburos (HBFC) (obligaciones de información y medidas de control establecido en la Enmienda de Copenhague del Protocolo de Montreal, 1992);

Anexo C, Grupo III: bromoclorometano (BCM) (obligaciones de información y medidas de control establecido en la Enmienda de Beijing del Protocolo de Montreal, 1999);

Anexo E, grupo I: el bromuro de metilo (MBr) (obligaciones de información y medidas de control establecido en la Enmienda de Copenhague del Protocolo de Montreal, 1987

⁷³² WMO Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 51, v Report of the seventh meeting of the ozone research managers of the parties to the Vienna Convention for the protection of the ozone layer. (Geneva, 18 - 21 May 2008): Panel Review Meeting for the 2006 Ozone Assessment (Les Diablerets, Switzerland, 19-23 June 2006); IPCC 2007; Scientific Assessment of ozone Depletion: 2002. World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 47. The World Meteorological Organization (WMO) and United Nations Environment Programme (UNEP), Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002.

Tabla Nº 12
Relaciones de mezcla y las tasas de crecimiento de algunas de las más importantes sustancias que agotan la capa de ozono

Formula Química	Nombre Comercial	Relación de Mezcla (ppt)			Crecimiento (ppt yr ⁻¹)	(1999-2000) (%yr ⁻¹)	
		1996	1998	2000			
CFCs							
CCl ₂ F ₂	CFC-12	532.4	538.4	542.9	2.3	0.42	a
		525.9	531.0	534.5	1.9	0.35	a
		523.2	529.3	534.0	1.8	0.34	a
		526.2	532.0	535.7	1.9	0.35	a
CCl ₃ F	CFC-11	265.6	263.0	260.5	-1.1	--0.41	a
		270..5	267.0	263.2	-2.0	-0.76	a
		269.5	265.9	262.6	-1.5	-0.56	a
		266.3	263.7	261.0	-1.0	-0.39	a
CClF ₃	CFC-13	3.5					b
CClF ₂ CClF ₂	CFC-114	83.2	82.9	82.0	-0.35	-0.43	a
		84.2	8.0	82.1	-0.32	-0.39	b
		83.1	82.1	81.1	-0.49	-0.60	a
CCl ₂ FCClF ₂	CFC-114	16.8					b
CCl ₂ FCF ₃	CFC-114a	1.8					b
	CFC-114, - 114a		17.1	17.2	-0.10	-0.58	b
CClF ₂ CF ₃	CFC-115		7.8	8.1	0.16	0.20	b
		7.5					b
Halones							
Continúa							
CBrClF ₂	Halon-1211		3.9	4.1	0.13	3.2	b
		3.5	3.8	4.0	0.10	2.5	a,b
		3.4	3.6	3.9	0.12	3.2	a
		3.8	4.2	4.4	0.13	2.9	b
CbrF ₃	Halon-1301		2.8	2.9	0.08	2.8	b
		2.3	2.5	2.6	0.06	2.4	a
		2.0	2.2	2.3	0.05	2.8	b
CBrF ₂ CBrF ₂	Halon-2402	0.48					b
		0.42	0.42	0.43	0.001	0.2	b
CBr ₂ F ₂	Halon-1202	0.037	0.044				b
Clorocarbonos							
CH ₃ Cl	Cloruro de metilo		538	536			b
		588					c
CCl ₄	Tetracloruro de carbono	100.5	98.2	99.1	-0.94	-0.97	a
		103.2	101.9	99.6	-0.95	-0.95	a
		103.1	101.4	99.2	-1.03	-1.03	a
CH ₃ CCl ₃	Metilcloroformo	90.3	64.6	46.4	-8.7	-17	a
		96.9	68.9	46.4	-10.2	-20	a
CH ₃ CCl ₃	Metilcloroformo						
		92.3	65.7	45.7	-9.1	-18	b
		93.6	71.1	47.6	-13.0	-24	a
HCFCs							
CHClF ₂	HCFC-22	122.4	132.7	143.2	5.4	3.8	a
		121.4	131.4	141.9	5.1	3.7	b

Formula Química	Nombre Comercial	Relación	de	Mezcla (ppt)	Crecimiento (ppt yr ⁻¹)	(1999-2000) (%yr ⁻¹)	
		1996	1998	2000			
CH ₃ CCl ₂ F	HCFC-141b		9.5	13.0	1.8	15	b
		5.4					
		4.3					
CH ₃ CClF ₂	HCFC-142b		10.4	12.5	1.1	9.4	b
		7.7	9.6	11.7			
		9.2					
CHCl ₂ F	HCFC-21	0.29					b
CHCl ₂ CF ₃	HCFC-123	0.03					b
CHClFCF ₃	HCFC-124		0.89	1.34	0.35	30	b
Bromocarbonos							
CH ₃ Br	Metilbromuro		9-10				
			8.4	8.1			b

Fuente: WMO (World Meteorological Organization) 2003, *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002*, Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 47, 498 pp., Geneva. <http://www.wmo.ch/web/arep/ozone.html>.

^a Medición por cromatografía de gas con detección por captura de electrones

^b Medición por cromatografía de gas con detección con espectroscopia de masas

^c Resultados de OGI por CH₃Cl en escala de 550/600;

A partir de mediados de 2000, el cloro orgánico equivalente en la troposfera era de casi 5% por debajo del valor máximo en 1992-1994. La tasa de descenso reciente es ligeramente menor que la existente a mediados de la década de 1990 debido a la escasa influencia de metilcloroformo en esta disminución.

Por su parte, en compuestos que contienen bromo (Br) los resultados de observaciones en la troposfera y estratosfera muestran que a partir del año 2000 el bromo orgánico total de los halones sigue aumentando en la primera. En lo que respecta al bromo inorgánico, la tasa de crecimiento en la estratosfera se encuentra en consonancia con las tendencias observadas en la troposfera de halones y el bromuro de metilo, con proporciones de mezclas que son entre 4 y 6 ppt superior (Tabla N° 12).

Al revisar los valores en la Tabla N° 12 de las sustancias en el año 2000 en la troposfera muestra las proporciones de mezclas de CFC-11 y CFC-13 que fueron disminuyendo más rápido que en 1996, y de CFC-12 se sigue en aumento, pero más lentamente. Para el Metilcloroformo sus proporciones de la mezcla global han disminuido de manera exponencial desde 1998 debido a la rápida disminución de las emisiones a niveles inferiores; relaciones de mezcla en 2000 fueron menos de la mitad del máximo observado en 1992. Como resultado, la tasa de disminución que se observa para el Metilcloroformo (y el cloro de Metilcloroformo) en 2000 fue de alrededor de dos tercios de lo que fue en 1996.

Respecto de los datos que figuran en Tabla N° 12 del *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002*, al realizar una evaluación general sobre el cumplimiento, más allá de las restricciones de la producción en el Protocolo de Montreal, consideraciones necesarias al momento de plantearse las tendencias y escenarios de futuro respecto de las distintas mezclas, se puede notar:

1 La evidente tendencia a la reducción en las emisiones de sustancias destructoras de la capa de ozono durante la década de 1990.

2 Se aprecia la creciente importancia que están presentando las emisiones de países en desarrollo. A partir del año 1999 comienza a restringirse la producción y el consumo de una clase de sustancias agotadoras del ozono (CFC) por todas las Partes en el Protocolo de Montreal.

3. Las mejores estimaciones de futuros escenarios estiman que relaciones de mezcla en la carga atmosférica de halógenos volverán a valores existentes en 1980, pudiéndose alcanzar la mitad de los niveles de reducción de la capa Antártica de mediados de siglo, siempre que se mantenga una adhesión continuada y plenamente del Protocolo de Montreal y todas sus adaptaciones, es fundamental que se cumplan estas disposiciones para lograr las mejoras esperadas.

4. Respecto a gases específicos como: los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC); los gases utilizados como sub-provisional sucedáneos de los CFC; los halones y los disolventes clorados, esta evaluación encontró lo siguiente:

- la concentración de cloro orgánico de los HCFC en la troposfera alcanzó valores cercanos a los 180 ppb en el año 2000 y representó el 6% del total de cloro de los gases generados por fuentes antropogénicas. Por su parte, la tasa de aumento de cloro orgánico de los HCFC se mantuvo constante en alrededor de 10 ppt yr⁻¹ desde 1996 hasta 2000.

- La producción y emisiones industriales de HCFC-142b se han reducido de manera significativa.

- La relación de mezcla de HFC-134a y -23 muestra un aumento en los últimos años, y en 2000 se había acercado a cada uno alrededor de 15 ppt en el ambiente. Otros tres gases HFC (HFC-125, -124 y -152a) se han identificado en la troposfera a distancia, pero su abundancia en el año 2000 fue baja (1-3 ppt).

En general, se expresa la necesidad de continuar en la senda de la disminución de la producción de productos o sustancias destructoras del ozono, o que provocaría un retorno de valores anteriores a los 80's (pre-1980) en la estratosfera. Dependiendo de la intensidad y rigurosidad en la eliminación de estos productos de origen antropogénicos, dependerá el tiempo que se tardaría en retornar a Estados en los cuales la capa de ozono presentaba condiciones de normalidad, sin perder de vistas los procesos normales de evolución de esta capa atmosférica.

Por último, respecto de este régimen internacional cabe destacar en el plano de su efectividad siempre se le compara con regímenes como el del cambio climático por su alcance global. Asimismo, se le toma como ejemplo y modelo para hacer frente a otras problemáticas mundiales, fundamentalmente por los resultados obtenidos en la mejora de las condiciones de la capa de ozono. Al respecto como destaca SKJAERSETH⁷³³ la percepción social del alcance mundial de esta problemática, es un factor que ha sido determinante, como apunta, todos eran perdedores frente a este deterioro ambiental. Ahora bien, sin perder de vista lo anterior, existen otros factores que han influido en sus buenos resultados: el hábil papel la diplomacia y la negociación creando redes transnacionales basadas en el conocimiento de personas influyentes en otras palabras, el poder político, y el papel de las Naciones Unidas Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) como un efectivo coordinador.

Por su parte KAUFFMAN⁷³⁴ dentro del mismo marco apunta a los esfuerzos realizados, tanto en el plano nacional como internacional, los que se han centrado en la reducción de las incertidumbres científicas, y a partir de la experiencia de las negociaciones del Protocolo de Montreal, igualmente importante es la necesidad de repensar las fuentes de incertidumbres económicas y tecnológicas que rodean a estas cuestiones.

Esto no es menor, si tomamos en cuenta la existencia de importantes intereses económicos y empresas que se vieron afectadas por la exclusión de los CFCs. Claramente como aprecia el autor el manejo en la elaboración de la Convención marco de cambio climático y el Protocolo de Montreal entrega varias lecciones acerca de

⁷³³ Vid. SKJAERSETH, J.B. (1992), "The 'successful' ozone-layer negotiations: Are there any lessons to be learned?". *Global Environmental Change*, Volume 2, Issue 4, December 1992, pp. 292-300.

⁷³⁴ Vid. KAUFFMAN, J. (1994), pp. 3-9.

cómo controlar los factores de manipulación en los entornos complejos de negociación. En primer lugar, es importante contar con diversos tipos de liderazgo⁷³⁵ político lo que garantiza el impulso de medidas más fuertes con la consiguiente aceptación de compromisos. Otro factor destacable, es contar con organismos que cuenten con financiación y que promuevan una estrecha relación entre la evolución de la ciencia y la política. Por último, un proceso científico bien organizado para promover el consenso por garantizar la amplia participación internacional⁷³⁶.

4.6.2. Convención marco de cambio climático y Protocolo de Kyoto

A finales de la década de 1980 las evidencias de los daños y trastornos que el ecosistema general estaba sufriendo a consecuencia de la acción humana comenzó a expresarse dentro de la comunidad científica internacional como una seria voz de alarma. Las primeras evidencias se dieron a conocer en la primera Conferencia Mundial sobre el Clima realizada en 1979. Durante la siguiente década la preocupación pública al respecto se incrementó provocando distintos tipos de acciones por parte de algunos países. Por su parte la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1988 aprobó la resolución 43/53, propuesta por el Gobierno de Malta, en la que se abogaba por "la protección del clima para las generaciones actuales y futuras de la humanidad".

Con posterioridad a la realización de la Conferencia Mundial sobre los Cambios Atmosféricos: consecuencias para la seguridad mundial, realizada en Toronto, Canadá, en junio de 1988, la Asamblea General de las Naciones Unidas iniciará la discusión de un borrador de propuesta para la Protección del clima para las Generaciones Presentes y Futuras de la Humanidad, borrador que daría origen a la Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992. Mientras se discutía dicho borrador, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) establecieron un Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC*), cuya primera sesión se celebra en Ginebra en noviembre de 1988. En esta ocasión se organiza su funcionamiento y se expresan sus objetivos. Los

⁷³⁵ Vid. SKODVIN, T.; ANDRESEN, S. (2006), "Leadership Revisited". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 3, August 2006, pp. 13-27.

⁷³⁶ Vid. SKJAERSETH, J.B. (1992).

tres grupos de trabajo son el de análisis científico, el de evaluación de los efectos socioeconómicos y el de políticas de respuestas.

La segunda Conferencia mundial sobre el clima celebrada en Ginebra a finales de 1990, solicita la redacción de un tratado internacional que abordara esta problemática medioambiental. Fruto de esta llamada de atención de gran parte de la sociedad científica, la Asamblea General de Naciones Unidas aprueba la resolución 45/212, en la cual se iniciaban de manera oficial negociaciones bajo la dirección del Comité Intergubernamental de Negociación (CIN), para concluir con la celebración de una convención internacional que abordara el tema del cambio climático. Luego de algo más de año y medio, los representantes gubernamentales adoptaron el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático el 9 de mayo de 1992.

Con motivo de la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro en junio de 1992, la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático se abre para su firma.

Como objetivo último (Art. 2 de la CMNUCC) y posteriores instrumentos jurídicos adoptados por la Conferencia de las Partes será,

“ [...] lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”⁷³⁷

Dentro de los principios en los que se sustenta esta Convención destacan, la equidad y responsabilidades comunes pero diferenciadas de acuerdo a sus respectivas capacidades⁷³⁸, pues si bien la problemática del clima alcanza dimensiones

⁷³⁷ CMNUCC, dentro del mismo texto se entiende por cambio climático “...un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. (Art. 1); Por gases de efecto invernadero “...aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y remiten radiación infrarroja.” (Art. 1); y por sistema climático “...la totalidad de la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera y la geósfera, y sus interacciones.” (Art. 1).

⁷³⁸ La Convención divide a los países en tres grupos principales, de acuerdo fundamentalmente a sus niveles de desarrollo lo que originará diferentes compromisos, es así como: Las Partes incluidas en el Anexo I son aquellos países industrializados y que formaban parte de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en 1992; la Federación de Rusia, los Estados Bálticos y varios Estados de Europa central y oriental, estos últimos con mayor grado de flexibilidad, pues son considerados en “en proceso de transición a una economía de mercado”. Los países asumían la obligación de adoptar políticas y medidas relativas al cambio climático con el fin de

mundiales, no es menos cierto que los países industrializados han contribuido históricamente más al problema y cuentan con mayores recursos para resolverlo.

Dentro de la estructura administrativa de esta Convención el máximo órgano responsable de la toma de decisiones es su Conferencia de las Partes, la cual se reúne cada año siendo su objetivo impulsar y supervisar la aplicación de los acuerdos asumidos, adopta decisiones para el posterior desarrollo de normas y negocia nuevos compromisos sustantivos necesarios para afrontar el cambio climático. Las decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes en sus respectivos períodos de sesiones constituyen un conjunto detallado de normas para la aplicación práctica y eficaz de la Convención. Asimismo, cuenta con dos órganos subsidiarios que se reúnen al menos dos veces al año para organizar la Conferencia de la Partes: por una parte el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT) grupo que presta asesoría en materias de carácter científico, tecnológico y metodológico; y el Órgano Subsidiario de Ejecución (OSE) organismo que colabora examinando y evaluando la buena ejecución de la Convención. Asimismo cuenta con una Secretaría que presta apoyo a todas las instituciones relacionadas con el proceso de cambio climático, en particular a la Conferencia de las Partes, los órganos subsidiarios y sus mesas.

Asimismo, existen dos organismos de cooperación asociados que no forman parte de la Convención, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático⁷³⁹.

reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles de 1990 no más tarde del año 2000. Para los considerados en proceso de transición el año de referencia es distinto de 1990 .

Las Partes incluidas en el Anexo II son los países miembros de la OCDE incluidos en Anexo I, pero no se encuentran en proceso de transición a una economía de mercado. Deben ofrecer recursos financieros que permita a los países en desarrollo llevar a cabo actividades de reducción de las emisiones de conformidad con lo dispuesto en la Convención y ayudarles a adaptarse a los efectos negativos del cambio climático. Asimismo, "tomarán todas las medidas posibles" para promover el desarrollo y la transferencia de tecnologías ambientalmente sanas a las Partes que son países en desarrollo y con economías en transición. Este financiamiento se traspasará básicamente a través del mecanismo financiero de la Convención. (Art. 4 n 93 de la Convención).

La Convención realiza una valoración del estatus de desarrollo de los países, destacando algunos países en desarrollo especialmente vulnerables a los efectos negativos del cambio climático, en particular los países con zonas costeras bajas o con zonas expuestas a sequía y desertificación.

Asimismo, de acuerdo a la clasificación de Naciones Unidas que considera a 48 países como menos adelantados (PMA), la Convención les presta especial interés e insta a las Partes a la adopción de medidas financiación y a la transferencia de tecnología, pues se les considera con una limitada capacidad de respuesta al cambio climático y de adaptación a sus efectos negativos.

⁷³⁹ El IPCC elabora informes sobre la situación global del cambio climático cada cinco años, en la actualidad ya han publicado cuatro siendo el último el IPCC 2007, encontrándose en etapa de revisión el *Fifth Assessment Report* (AR5) del 2012., completándose la primera en febrero del 2012. Asimismo,

La primera Conferencia de las Partes, fue celebrada en Berlín a comienzos de 1995, en donde se adopta el llamado mandato de Berlín poniéndose en marcha una nueva ronda de conversaciones en las que participarían países industrializados.

Por su parte, en el Segundo Informe de Evaluación el IPCC (IPCC 1995⁷⁴⁰) se sostuvo la existencia de “ [...] pruebas en uno u otro sentido dan a entender en definitiva que existe una influencia humana discernible sobre el clima global”, afirmación que otorgaba fundamento científico para la adopción de un instrumento internacional.

Luego de dos años de conversaciones durante la tercera Conferencia de las Partes celebrada en Kyoto en diciembre de 1997 se aprobó una considerable ampliación de la Convención, en donde a diferencia de los compromisos asumidos en la Convención, las obligaciones asumidas bajo el alero del Protocolo de Kyoto si tendrían carácter cuantificado, aunque en su primera redacción no se puntualizó con detalle el modo de aplicación de su articulado, establecido objetivos de reducción de gases de efecto invernadero que la mayoría de los países industrializados debían lograr⁷⁴¹.

El Protocolo de Kyoto establece objetivos vinculantes⁷⁴², y en este sentido 37 países industrializados sumados a la Unión Europea, se comprometen a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un promedio del cinco por ciento respecto a 1990; a la para la UE le significa una reducción de un 8% respecto a 1990. Estos objetivos son aplicables entre los años 2008 al 2012 y el protocolo se aplica a las emisiones de seis GEI: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hexafluoruro de azufre, hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos.

Si bien el Protocolo prevé mecanismos nacionales para el cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones introduce los llamados mecanismos de

informes técnicos pueden también elaborarse a petición de la Conferencia de las Partes o del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT).

⁷⁴⁰ Publicación en inglés como IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995 (SAR).

⁷⁴¹ Vid. STOKKE, O.S., HOVI, J.; ULFSTEIN, G. (2006), pp. 17 y ss. En general, los países industrializados deberían reducir entre 2008-2012, la suma de sus emisiones a un nivel que sea por lo menos 5 por ciento inferior al nivel de 1990. No se impusieron obligaciones durante este período a los países en desarrollo. Asimismo, el Protocolo de Kyoto permite la implementación colectiva de obligaciones mediante la aplicación de los llamados “mecanismos de Kyoto”, los cuales intentan dotar de “flexibilidad geográfica” y reducir los costos que lleva aparejados el cumplimiento de los compromisos de Kyoto.

⁷⁴² Vid. MARTÍNEZ MERINO, J.L. (2008), pp. 256-271; FIELD, B.C.; FIELD, M.K. (2003), pp. 495-499; IPCC, 2007a: p.86.

flexibilidad del protocolo, los cuales forman parte de los principios primordiales del Protocolo de Kyoto. Se denominan de flexibilidad ya que suplementan las reducciones de empresas y países en términos de CO₂.

Tabla Nº 13

Conferencia de las partes convención marco cambio climático

Conferencia de las Partes	Lugar de celebración	año	Principales acuerdos
COP1	Berlín Mandato de Berlín	1995	Se pone en marcha una nueva ronda de conversaciones en las que participarían países industrializados.
COP2	Ginebra Declaración de Ginebra	1996	Mientras se hacían pequeños progresos en conseguir objetivos de reducción de emisiones de CO ₂ para un nuevo protocolo, se produjo algo inesperado cuando EE.UU. anunció que quería que los compromisos de este protocolo fueran legalmente vinculantes, aunque también introdujo por primera vez el concepto de comercio de emisiones. En la declaración de Ginebra se asienta el trabajo del IPCC sobre la necesidad de “fortalecer urgentemente las acciones a tomar”; el planeta tiene que hacer frente a “impactos significativos, frecuentemente adversos” del cambio climático.
COP3	Kyoto	1997	Protocolo de Kyoto.
COP4	Buenos Aires Plan de Acción de Buenos Aires	1998	Se establece con mayor claridad el funcionamiento del protocolo, y en donde además se organiza un plan de trabajo, el Plan de acción de Buenos Aires, en donde se relacionaba las negociaciones sobre las normas del protocolo con conversaciones sobre cuestiones relativas a la aplicación.
COP5	Bonn Sin declaración	1999	Se intensifican los trabajos para conseguir cumplir con los calendarios establecidos en la COP4.
COP6	La Haya	2000	Se planeaba acordar todos los aspectos incluidos en Kyoto y asegurar unas reducciones reales de gases de efecto invernadero, pero no se obtuvieron los acuerdos esperados.
COP6-bis	Bonn	2001	Se logra un acuerdo político dejando de lado aquellos puntos en los cuales no existía coincidencia, del Plan Buenos Aires.
COP7	Marrakech	2001	Finalmente se acuerda un texto con los compromisos asumidos por cada país, y se estructuran varios de los mecanismos de funcionamiento del protocolo, que aún no se habían podido acordar, avances importantes en la aplicación de la Convención y sus normas, que desde Buenos Aires estaban aguardando para su acuerdo.
COP8	Nueva Delhi	2002	Se avanza sobre aspectos relativos a los Mecanismos de Desarrollo Limpio.
COP9	Milán	2003	Se continúan tomando decisiones sobre Mecanismos de Desarrollo Limpio (CMNUCC) que dicen relación con las modalidades y las posibilidades de absorción de carbono proyectos de ordenación forestal, con modalidades y procedimientos de forestación y reforestación dentro de este mecanismo. Los acuerdos también están orientados hacia las buenas prácticas en el uso de la tierra y silvicultura, esperando los informes de IPCC sobre los cambios en las concentraciones de carbono resultantes de cambios en el uso de la tierra y la silvicultura, pronto a ser publicado en 2005. Asimismo se amplía el Fondo Especial del Cambio Climático y el Fondo para los Países Menos Adelantados.

Conferencia de las Partes	Lugar de celebración	año	Principales acuerdos
COP10	Buenos Aires	2004	Con la ratificación por parte de Rusia continúan los trabajos para concretar los acuerdos de Marrakech. Se adoptan decisiones y conclusiones sobre cuestiones relativas a: el desarrollo y la transferencia de tecnologías, uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y la silvicultura; mecanismo financiero de la CMNUCC.
COP11 /RdP 1	Montreal	2005	1ª Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. Se abordan temas tales como la creación de capacidad, desarrollo y transferencia de tecnologías, los efectos adversos del cambio climático en el desarrollo y los países menos adelantados, y varias cuestiones financieras y presupuestarias, incluidas las directrices para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), que sirve como mecanismo financiero de la Convención. Se acuerda un proceso para considerar acciones futuras más allá de 2012 bajo la CMNUCC.
COP12 /RdP 2	Nairobi Programa de trabajo de Nairobi sobre los efectos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático	2006	2ª Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. Fundamentalmente las Partes se ocuparon de cuestiones relacionadas con los mecanismos flexibles del protocolo, especialmente el Mecanismo para el Desarrollo Limpio y la Implementación Conjunta. Análisis del cumplimiento del protocolo y la propuesta de una enmienda para el protocolo, así como la creación de capacidades y una serie de asuntos financieros, administrativos
COP13 /RdP 3	Bali	2007	3ª Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. Se toman acuerdos respecto del Fondo para la Adaptación del protocolo, la reducción de las emisiones de la deforestación en los países en desarrollo, y relación con la transferencia de tecnologías, creación de capacidades, mecanismos flexibles del protocolo, etc. Incluye el Plan de Acción de Bali, que traza el curso para un nuevo proceso de negociación diseñado para abordar el cambio climático, con el objetivo de completarlo para 2009.
COP14 /Rd 4	Poznan	2008	4ª Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. Se abordan temas como el del Fondo para la Adaptación en el marco del Protocolo de Kyoto, resultados sobre la transferencia de tecnologías, el Mecanismo para el Desarrollo Limpio (MDL), etc. Cabe notar que la dentro de lo tratado lo que adquirió mayor relevancia fue la cooperación a largo plazo y el período post 2012, estableciendo la a la CdP 15 como plazo final para acordar un marco para la acción posterior a 2012.
COP15 /Rd 5	Copenhague	2009	5ª Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. Se abordan temas como la necesaria la estabilización de los GEI considerando la opinión científica de que el aumento de la temperatura mundial debería permanecer por debajo de 2 °C, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible
COP16 /Rd 6	Cancún	2010	6ª Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. En general se valora como una positiva pues encarrila el camino perdido en Copenhague. Se acuerda establecer un Fondo climático internacional (<i>Green Climate Fund</i>), para gestionar las aportaciones de los países desarrollados a los en vías de desarrollo, y contribuyan también a la reducción de emisiones. Asimismo, se ha avanzado en el establecimiento del Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones Derivadas de la Deforestación y la Degradación Forestal en los Países en Desarrollo, tomando en consideración los derechos de las poblaciones indígenas y la protección de la biodiversidad (UN-REDD). Y ha habido acuerdo en que los países industrializados asuman un compromiso conjunto de reducción de emisiones del 25 al 40%.
COP17/Rd 7	Durban	2011	7ª Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. Se crea el Grupo de Trabajo Especial sobre la Plataforma de Durban (AWG-DP) con el mandato de iniciar un nuevo proceso para elaborar un protocolo u otro instrumento jurídicamente vinculante. Este Grupo debe realizar su trabajo entre 2012 y 2015, para lograr su adopción inmediata y pueda entrar en vigor antes de 2020.

Estos mecanismos parten del supuesto que las emisiones pueden afectar a regiones

alejadas y al sistema climatológico global, y no necesariamente limitándose sus incidencias a la región en donde se producen. Estos Mecanismos son instrumentos complementarios a las medidas y políticas internas, y componen la base fundamental para el cumplimiento de los compromisos adoptados en el Protocolo de Kyoto, permitiendo que los países del Anexo I del Protocolo (Países desarrollados y Países con economías en transición de mercado) den el cumplimiento de sus compromisos de reducción y limitación de emisiones, en donde económicamente sea más ventajoso, contribuyendo además a la transferencia de recursos tecnológicos, financieros y técnicas, apoyando el desarrollo sostenible de los países en desarrollo (países no incluidos en el Anexo I).

El Protocolo de Kyoto dispone de tres mecanismos de flexibilidad: el Comercio de Emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio y el Mecanismo de Aplicación Conjunta.

1 Comercio de emisiones (Art. 17 del Protocolo): establece la posibilidad de que los países desarrollados comercien con unidades de emisión. Un permiso de emisión de X toneladas (CO₂) que permite transferirlo de vendedor a comprador. Como resultado de esta transacción el vendedor obtiene un beneficio económico inmediato y el comprador incrementa sus posibilidades de emisión.

2 Mecanismo para un desarrollo limpio (Art. 12 del Protocolo): permite a los países del Anexo I invertir en países en desarrollo para la ejecución de proyectos destinados a reducir emisiones de GEI. El país inversor da cumplimiento de sus compromisos e incrementa a la rentabilidad del proyecto con posibilidad emitir al menos una fracción de las emisiones evitadas, obtiene certificados para reducir emisiones a un precio menor del que le habría costado en su ámbito nacional. Por su parte el receptor obtiene tecnologías limpias e inversión.

3 Aplicación conjunta (Art. 6 del Protocolo): es equivalente al mecanismo para un desarrollo limpio, diferenciándose en que el proyecto se desarrolla en un país con compromisos cuantificados de reducción. El objetivo es reducir las emisiones más económicamente dentro del conjunto de los países del Anexo I, siendo la suma total de las cantidades de emisiones evitadas o intercambiadas entre los países del Anexo I cero.

Con la ratificación por parte de Rusia en septiembre de 2004, siete años después

de haberse firmado el protocolo, y con nueve Conferencias de las Partes realizadas, finalmente este instrumento internacional entró en vigor⁷⁴³.

En la Conferencia de Naciones Unidas sobre cambio climático en Bali, en diciembre de 2007, se acordó aumentar sus esfuerzos para combatir el cambio climático adoptando, la llamada “Hoja de Ruta de Bali”; documento que consta de decisiones en diversas áreas de trabajo fundamentales para alcanzar un futuro seguro para el clima. La Hoja de Ruta de Bali incluye el Plan de Acción de Bali⁷⁴⁴, presenta un nuevo proceso de negociación dentro del CMNUCC, con el objetivo de ser completarlo hacia 2009, en la COP/15. Asimismo, incluye negociaciones dentro del marco del Protocolo de Kyoto que se centran en compromisos de reducción de emisiones de mayor envergadura para los países del Anexo I, así como negociaciones sobre el trabajo en tecnología, la adaptación, y la reducción de emisiones provenientes de la deforestación. Sin embargo, no existe ningún acuerdo explícito sobre reducción de emisiones para el 2020⁷⁴⁵.

Este “Plan de Acción de Bali”, entregó un mecanismo destinado a permitir la puesta en práctica completa, eficaz y sostenida de la Convención mediante acción de cooperación a largo plazo, posterior al año 2012 a evaluarse en la decimoquinta sesión en Copenhague en diciembre de 2009. Se crea el Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención (GTECLP) para desarrollar tal trabajo y entregar los resultados en el año 2009.

⁷⁴³ El Art. 25, del protocolo entrega las pautas para entrada en vigor, las cuales exigían “... que hayan depositado sus instrumentos de ratificación, aceptación, probación o adhesión no menos de 55 Partes en la Convención, entre las que se cuenten Partes del Anexo I cuyas emisiones totales representen por lo menos el 55% del total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes del Anexo I correspondiente a 1990.”

⁷⁴⁴ Plan de Acción de Bali. Decisión 1/CP.13. FCCC/CP/2007/6/Add.1.

⁷⁴⁵ Vid. FERNANDEZ EGEE, R.M.; SINDICO, F. (2007), “El papel de la UE en la lucha contra el cambio climático: ¿Líder en la política climática global?”, Revista Electrónica de Estudios Internacionales (REEI), 14 . p. 5. Cabe destacar el aporte realizado por la Unión Europea, al adoptar unilateralmente un compromiso de reducción de gases de efecto invernadero de un 20% para el año 2020. Este compromiso, se asumirá con independencia del logro de un acuerdo internacional post Kyoto.

La Comisión Europea propone reducir “al menos” un 20% de las emisiones de gases invernadero para 2020 respecto de los niveles de emisión de 1990. Esta reducción puede suponer un ahorro de 100.000 millones de euros y la no emisión de 780 millones de toneladas de CO₂ al año.

Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, “Limitar el calentamiento mundial a 2 °C. Medidas necesarias hasta 2020 y después”, de 10 de enero de 2007 [COM (2007) 2 final], Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 28.06.2010

http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/com/2007/com2007_0002es01.pdf.

El “Plan de Acción de Bali” se centra en cuatro áreas principales: la mitigación, la adaptación, la tecnología y la financiación. Áreas que deberán ser consideradas en un plan de desarrollo a largo plazo considerando acciones tanto a nivel nacional como internacional, y que involucren acciones o compromisos de mitigación por parte de todos los países desarrollados, medibles, verificables, notificables y acordes con la realidad de cada país; acciones de mitigación que cumplan con los mismos requisitos en países en desarrollo, respaldadas y permitidas por la tecnología, la financiación y el fomento de la capacidad. Asimismo, se pone énfasis en la mejora de la rentabilidad de las acciones de mitigación que considere los mecanismos de mercado, y adopta la decisión sobre la "reducción de las emisiones de la deforestación en los países en desarrollo: enfoques para estimular la acción"⁷⁴⁶. Esta decisión alienta a las Partes a estudiar una serie de medidas, planteen opciones y comprometan esfuerzos para abordar la problemática de la deforestación. También alienta a todas las Partes en condiciones de hacerlo, para apoyar la creación de capacidad, asistencia técnica, facilitar la transferencia de tecnología y atender las necesidades institucionales de los países en desarrollo para estimar y reducir las emisiones de la deforestación y la degradación. Además, establece un proceso en el marco del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico Asuntos de Interior (OSACT) para abordar las cuestiones metodológicas relacionadas con el programa REDD⁷⁴⁷.

⁷⁴⁶ Decisión 2/CP.13. Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación en los países en desarrollo: métodos para estimular la adopción de medidas.

⁷⁴⁷ Vid. TORRES CAMPRUBÍ, A. (2010), “El mecanismo para la reducción de la deforestación y la degradación forestal y para el fomento de las reservas de carbono (REDD+): Nota sobre un innovador instrumento de mitigación”, *Revista Catalana de Dret Ambiental*, Vol. 1, Núm. 2. Este Programa de UN asume que la mayor parte de la deforestación y degradación de los bosques se produce en los países en desarrollo. En este sentido REDD es un proyecto de sistema internacional de compensación dirigido a los dueños de las áreas forestales en esos países que constituye una importante iniciativa para promover un manejo forestal sustentable escala global que logre conservar la cubierta forestal para reducir emisiones de CO₂. Mediante el fortalecimiento de la capacidad de los bosques para retener, conservar y aumentar las reservas de carbono, REDD+ entrega disminuciones económicamente rentables e inmediatas de las emisiones de CO₂, asimismo, puede generar importantes co-beneficios para las comunidades dependientes de los bosques y para la conservación de la biodiversidad.

Otras iniciativas en este marco son las realizadas por el FMAM, que en 2007 creó la Cuenta de Bosques Tropicales, un plan experimental de incentivos destinado a promover las inversiones de los países en proyectos relacionados con varias esferas de actividad que resulten beneficiosos para REDD-plus. Por otra parte, el FMAM se unió al Fondo para Reducir las Emisiones de Carbono mediante la Protección de los Bosques (FCPF) y otros grupos clave de partes interesadas en REDD-plus, como la Coalición para las Naciones con Bosques Tropicales, en un proyecto destinado a desarrollar la capacidad de los países no

Con el inminente plazo del 31 de diciembre de 2012 fecha en la cual Kyoto finaliza, el objetivo de alcanzar resultados concretos en la COP15 de Copenhague en diciembre de 2009⁷⁴⁸ se transformaba en una necesidad, siendo el más deseado el de asumir un compromiso vinculante posterior a 2012. En cambio los resultados fueron escasos y faltos de concreción.

En el plano administrativo se decide prorrogar el mandato del Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención⁷⁴⁹. En el llamado “Acuerdo de Copenhague”⁷⁵⁰ se asume la importancia del cambio climático y la firme voluntad política de combatirlo con urgencia, respetando el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas. Asimismo, consideran necesaria la estabilización de los GEI considerando la opinión científica de que el aumento de la temperatura mundial debería permanecer por debajo de 2 °C, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible.

Para tales efectos las Partes del anexo I, Partes en el Protocolo de Kyoto se comprometen a aplicar, individual o colectivamente, las metas cuantificadas de reducción de las emisiones relativas al conjunto de la economía para 2020⁷⁵¹; en lo que respecta a las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención estas aplicarán medidas de mitigación⁷⁵²; aquellos países menos adelantados y los Estados pequeños

incluidos en el Anexo I para mitigar el cambio climático mediante la OFS. Para información adicional, ver Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 02.02.2012 <http://www.un-redd.org/>.

⁷⁴⁸ Seis órganos de negociación se reunieron en Copenhague:

- La quinceava sesión de la Conferencia de las Partes del UNFCCC (COP15)
- La quinta sesión de la Conferencia de las Partes que sirve como Reunión de las Partes al Protocolo de Kyoto (CMP 5).
- La treinta y una sesión del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (SBSTA, por sus siglas en inglés)
- La treinta y una sesión del Órgano Subsidiario de Implementación (SBI por sus siglas en inglés).
- La octava sesión del Grupo de Trabajo Ad Hoc sobre la Cooperación a Largo Plazo en el Marco de la Convención (AWG-LCA7, por sus siglas en inglés).
- La décima sesión del Grupo de Trabajo *ad hoc* sobre Futuros Compromisos para las Partes del Anexo I del Protocolo de Kyoto (AWG-KP9).

⁷⁴⁹ Decisión 1/CP.15, FCCC/CP/2009/11/Add.1.

⁷⁵⁰ Decisión 2/CP.15. Acuerdo de Copenhague de 18 de diciembre de 2009. FCCC/CP/2009/11/Add.1.

⁷⁵¹ Para tal efecto presentarán a la secretaría utilizando el formulario del apéndice I de este Acuerdo, a más tardar el 31 de enero de 2010, para su recopilación en un documento de la serie INF. El cumplimiento de los compromisos de reducción y financiación asumido por los países desarrollados se medirá, notificará y verificará de acuerdo con las directrices ya existentes y con las que apruebe la Conferencia de las Partes.

⁷⁵² Estas medidas se presentarán a la secretaría usando el formulario del apéndice II, a más tardar el 31 de enero de 2010, para su recopilación en un documento de la serie INF, de conformidad con los párrafos 1 y 7 del Art. 4 y en el contexto del desarrollo sostenible.

insulares en desarrollo podrán adoptar medidas con carácter voluntario y sobre la base del apoyo que reciban.

Asimismo, pone de relevancia la importancia de reducir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal y la necesidad de aumentar la absorción de GEI por los bosques, para lo cual es necesario ofrecer incentivos positivos en el marco de REDD+ (Programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y la Degradación forestal en los países en desarrollo), con el objetivo de hacer posible la movilización de recursos financieros de los países desarrollados.

Entre el 29 de noviembre y el 10 de diciembre de 2010 se celebró en la ciudad caribeña mexicana de Cancún la 6ª Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto, donde se asume un acuerdo que prevé una serie de mecanismos destinados a permitir a los países más pobres y vulnerables adaptarse a combatir el calentamiento global y a sus dramáticas consecuencias.

Después de la falta de acuerdos contundentes y avances significativos de Copenhague se insta a los países desarrollados a discutir una nueva fase de compromisos de reducción de emisiones bajo el Protocolo de Kyoto, posterior a 2012. Asimismo, para incluir a los países en desarrollo se crea el Fondo Verde Climático⁷⁵³, cuya función es administrar la ayuda financiera a estos países, invitando al Banco Mundial a servir como tesorero interino durante tres años. Dentro de su organización insta una junta de 24 miembros para dirigir el Fondo, con paridad de representación de países desarrollados y en desarrollo, junto con representantes de los pequeños Estados insulares, más amenazados por el calentamiento⁷⁵⁴.

Dentro del área científica, se crea un Centro de Tecnología Climática y una Red para la distribución del conocimiento tecnológico a los países en vías de desarrollo de manera de limitar las emisiones y adaptarse a los impactos del cambio climático.

En lo que atañe a las medidas para frenar el calentamiento global, se enfatiza en la urgencia de realizar "fuertes reducciones" de emisiones de carbono para

⁷⁵³ El compromiso inicial es completar los 30.000 millones de dólares de financiación rápida para el período 2008-2012, sumiendo la necesidad de "movilizar 100.000 millones de dólares por año a partir de 2020 para atender las necesidades de los países en desarrollo". Las Partes decidieron que este organismo actuaría como entidad encargada del funcionamiento del mecanismo financiero de la Convención con arreglo al Art. 11, y que la CP y el propio Fondo Verde para el Clima concluirían las disposiciones necesarias para asegurar que este último rinde cuentas ante la CP y funciona bajo su orientación.

⁷⁵⁴ Anexo III Decisión 1/CP16.

evitar que la temperatura media del planeta aumente más de 2°C respecto a los niveles de la era preindustrial. Asimismo, se insta a los países industrializados a reducir sus emisiones entre 25% y 40% para 2020 respecto al nivel de 1990, acuerdo incluido en el Protocolo de Kyoto, por lo que no incluye a países que no lo han ratificado como es el caso de Estados Unidos. En materia de económica y mercado, se acuerda el estudio de nuevos mecanismos de mercado para colaborar con los países en vías de desarrollo a limitar sus emisiones.⁷⁵⁵

Respecto a los denominados países emergentes o en desarrollo como China, Brasil e India, en la medida de sus "capacidades", someterán cada dos años informes que recojan sus inventarios de gases de efecto invernadero, e informaciones sobre sus acciones para reducirlas, los cuales se someterán a Consultas y Análisis Internacionales, los cuales serán "no intrusivos", "no punitivos" y "respetando la soberanía nacional".

Otro fenómeno que fue abordado es el de la deforestación, responsable del 20% de las emisiones de gases de efecto globales. Se proyecta el objetivo de "frenar, detener e invertir la pérdida de extensión forestal" en las selvas tropicales, solicitando a los países en desarrollo que diseñen sus planes de lucha, aunque no incluye el recurso a mercados de carbono para su financiación. El acuerdo establece que habrá actividades en ambas áreas, para conservar los bosques desarrolladas en fases. El texto señala que habría que "explorar opciones financiación" para posibilitar el desarrollo de REDD.

Y se acuerda crear un Marco de Adaptación mediante el cual se aspira potenciar la manera de como hacer frente a los desastres naturales desde la Convención Marco, donde su Comité denominado Comité de Adaptación prestará apoyo técnico y recibirá sugerencias de los países hasta el 21 de febrero de 2011, para darle forma y llegar a Durban 2011 para ser concretados.

A pesar de todas las dificultades y controversias producidas dentro del marco de esta cumbre, como la provocada por la delegación boliviana⁷⁵⁶, la que señaló

⁷⁵⁵ Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010. FCCC/CP/2010/7/Add.2.

⁷⁵⁶ La delegación boliviana se negó hasta el final en firmar un acuerdo que consideraba insuficiente, pues los informes científicos en los cuales se apoyaban sostenían que este acuerdo era "débil" y de continuar en este camino se podría llegar a un aumento de 4 ° de la temperatura media mundial. Finalmente

que recurriría ante el Tribunal internacional de La Haya los acuerdos alcanzados en la XVI Conferencia de las Partes de la ONU sobre cambio climático, no se puede desconocer que se lograron acuerdos importantes, o al menos se retomaron caminos que se vieron cortados en la cumbre de Copenhague, donde no se alcanzó ningún acuerdo concreto.

Entre el 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011, se realizó en la ciudad Sudafricana de Durban, la 17ª sesión de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC y la 7ª sesión de la Conferencia de las Partes del Protocolo de Kyoto⁷⁵⁷. Cabe recordar que la Conferencia de Durban se consideraba clave para el futuro del régimen climático internacional, por la continuidad del Protocolo de Kyoto. En este contexto las expectativas se centraban en que tanto en las sesiones del GTE-CLP y la CP, se tratara la cooperación a largo plazo en el marco de la CMNUCC y el establecimiento de un límite para que el aumento de la temperatura promedio global no superior a 2º C. Por su parte, en el marco del GTE-PK y la CP/RP, se esperaba se lograsen los consensos necesarios para una decisión sobre el futuro del Protocolo de Kyoto. Además se esperaba se adoptasen decisiones para poner en marcha diversos programas como el Fondo Verde del Clima, el Órgano Ejecutivo del Mecanismo Tecnológico, cuestiones de adaptación y otras dirigidas a consolidar el régimen climático.

Así, las reuniones previas de los distintos grupos de trabajo se fueron realizando de acuerdo a los calendarios acordados, planificándose tres citas previas a la Cumbre sobre cambio climático de la ONU en Durban: siendo la primera en Bangkok⁷⁵⁸ en abril, la segunda Bonn⁷⁵⁹ en junio, y por último, en octubre en Ciudad

Bolivia no logró los apoyos suficientes, obteniéndose la forma de los acuerdos sin el apoyo de este país sudamericano.

⁷⁵⁷ Además de las respectivas Conferencias de las Partes de la Convención y del Protocolo, se reunieron los Órganos Subsidiarios: de Ejecución y de Asesoramiento Científico y Tecnológico, el Grupo de Trabajo Especial sobre Cooperación a Largo Plazo en el Marco de la Convención (GTE-CLP 14) y el Grupo de Trabajo Especial sobre Nuevos Compromisos de las Partes del Anexo I en el marco del Protocolo de Kyoto (GTE-PK 16).

⁷⁵⁸ La 16ª reunión del grupo de trabajo Ad Hoc sobre nuevos compromisos de las partes del Anexo I en virtud del Protocolo de Kyoto (16 AWG-KP), la 14ª sesión del grupo de trabajo Ad Hoc sobre la acción de cooperación a largo plazo (14 AWG-LCA) y el primero de los tres talleres, celebrado en Bangkok, en preparación para Durban 2011. Realizada entre el 3 y 8 de abril de 2011. Uno de los objetivos principales de esta reunión en relación con la agenda del Grupo de Trabajo Especial sobre la Cooperación a Largo Plazo en el marco de la Convención (GTE-CLP) era avanzar sobre lo acordado en Cancún, asumiendo sus objeciones, como la realizada por Bolivia.

⁷⁵⁹ Se realizó entre el 6 y el 17 de junio, en la ciudad alemana de Bohn, donde además se incluyó el 34º período de sesiones del Órgano Subsidiario de Ejecución (OSE) y del Órgano de Asesoramiento Científico

de Panamá⁷⁶⁰, donde el objetivo era preparar la agenda y los trabajos previos a la Conferencia.

Concluida la Conferencia, realizando una evaluación muy breve, podemos decir que se lograron algunos avances en áreas específicas, como la articulación del mecanismo de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+), básicamente en lo que dice relación con las cuestiones sociales y ambientales que se apreciaban como desprotegidas. Asimismo, se establece el Fondo Verde para el Clima, cuya constitución debe realizarse antes de 2020 con 100.000 millones de dólares anuales.

A destacar, como un paso hacia la dirección de los acuerdos, es el establecimiento del Grupo de Trabajo Especial sobre la Plataforma de Durban para una acción mejorada (GTE-PK).

“Also decides to launch a process to develop a protocol, another legal instrument or a legal outcome under the Convention applicable to all Parties, through a subsidiary body under the Convention hereby established and to be known as the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action”⁷⁶¹.

Este Grupo deberá desarrollar un nuevo instrumento legal, iniciando su trabajo a mediados de 2012 y concluir hacia 2015, para entrar en vigor en el 2020⁷⁶².

En lo que atañe específicamente al Protocolo de Kyoto, entre otras medidas se acuerda el mantenimiento del Protocolo de Kyoto en el segundo período de compromiso:

“Decides that the second commitment period under the Kyoto Protocol shall begin on 1 January 2013 and end either on 31 December 2017 or 31 December 2020, to be decided by the Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol at its seventeenth sesión”.

Con la Conferencia de Durban ya concluida podemos rescatar la intención a

y Tecnológico (OSACT). También comprendió la segunda parte del 16º período de sesiones del Grupo de Trabajo Especial sobre Nuevos Compromisos de las Partes del Anexo I en el marco del Protocolo de Kyoto (GTE-PK) y la segunda parte del 14º período de sesiones del Grupo de Trabajo Especial sobre Cooperación a Largo Plazo en el marco de la Convención (GTE-CLP), estas dos últimas iniciadas en Bangkok en abril.

⁷⁶⁰ Se lleva a cabo en Ciudad de Panamá (Panamá) entre el 1 y el 7 de octubre. Se continúa trabajando en la línea de Bonh, los Grupos de Trabajo ad Hoc para la Cooperación a Largo Plazo (AWG-LCA) y para la Consideración de los Compromisos de las Partes Anexo I del Protocolo de Kioto (AWG-KP).

⁷⁶¹ Conference of the Parties Seventeenth sesión Durban, Establishment of an Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action Proposal by the President Draft decision -/CP.17. 28 November to 9 December 2011.

⁷⁶² Para mayor información al respecto consultar, Disponible [en línea] [libre acceso], <http://unfccc.int/2860.php>

seguir en el dialogo y el camino para lograr alcanzar un acuerdo vinculante del clima, aunque expectantes frente al desarrollo de acontecimientos como el cumplimiento de los avisos respecto de la voluntad de retiro del Protocolo por parte de países tan importantes como Canadá, la Federación Rusa y Japón, para buscar vías alternativas y voluntarias para la mitigación del cambio climático.

A destacar la diferencia que se aprecia entre ambos regímenes, por una parte un régimen que ha mostrado su efectividad, como el de la capa de ozono, frente a otro que evidencia la asimetría de intereses e incompatibilidades entre las distintas Partes, como el del cambio climático. Lo anterior queda cada año de manifiesto cuando se reúnen las Partes en las conferencias de las Partes no logrando llegar a acuerdos que verdaderamente detengan el deterioro evidente del medio ambiente.

CAPITULO III

EL RÉGIMEN DE LA CONVENCIÓN DE GINEBRA SOBRE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA A GRAN DISTANCIA DE 1979

El tercer y último Capítulo de nuestro trabajo está destinado a revisar con detenimiento el régimen de la CLRTAP. Para tal efecto lo hemos dividido en tres partes: la primera donde trataremos los aspectos generales, los antecedentes sobre su elaboración y los aspectos institucionales, tanto de la Convención como de los ocho protocolos que lo acompañan. En la segunda parte, revisaremos los ocho protocolos, sus antecedentes y la función que desempeña cada uno en el ámbito del control de emisiones de los distintos contaminantes a los cuales van dirigidos; además nos detendremos en los mecanismos utilizados por el régimen para el control de cumplimiento de los distintos protocolos, y los procedimientos diseñados para la resolución de controversias que se presentan entre las Partes. Asimismo, repasaremos los mecanismos de intercambio de información, asistencia técnica y científica, y concluiremos con una mención a la asistencia financiera.

Por último, la tercera y última parte la destinaremos a revisar los más de treinta años de desarrollo del régimen, deteniéndonos en los mecanismos utilizados para la reducción de emisiones y en algunos de los programas que se están desarrollando para lograr una rápida y efectiva implementación de los protocolos, especialmente del protocolo de Gotemburgo y, mediante la revisión de algunos datos concretos de emisiones, abordaremos la polémica que existe entre científicos y académicos sobre el verdadero impacto que este régimen ha logrado respecto de la reducción de gases contaminantes y la reducción de la acidez del medio.

1. Aspectos generales del régimen de la Convención de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979.

En la primera parte de nuestro tercer Capítulo abordaremos los aspectos generales e institucionales tanto del régimen como de sus protocolos. La llamada “lluvia ácida” es un fenómeno que tiene una larga data y que comienza a mostrar sus consecuencias en el medio ambiente fundamentalmente en los países escandinavos, evidenciado no solamente por numerosos estudios que analizan la acidez en distintos

ecosistemas, sino también por hechos tan duros como la muerte de peces en lagos y el deterioro de los bosques.

Esta situación lleva a que los países más afectados, los escandinavos, lideren en distintos foros en la década de 1970 la necesidad de contar con un acuerdo que logre congregarse a los distintos países - muchos de los cuales eran grandes emisores de óxidos de azufre - del hemisferio norte, con el objetivo de disminuirlas.

Con la adopción de la Convención de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979, y la firma de su texto inicialmente por 35 Estados, - en la actualidad ya cuenta con 51 Partes - se concreta un camino largo no falto de oposiciones y de voces que minimizaban una realidad que los datos evidenciaban. La Convención entró en vigor el 16 de marzo de 1983, tras obtener las 24 primeras ratificaciones de acuerdo con el Artículo 16 del propio Convenio.

Tras la firma de la Convención en 1979 vinieron ocho protocolos, todos en vigor. El primero relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP), de Ginebra de fecha 28 septiembre 1984, y el último, el Protocolo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera, de Gotemburgo de 30 de noviembre de 1999, cuya entrada en vigor se lleva a efecto el 17 de mayo de 2005.

Asimismo, este régimen cuenta con una estructura institucional que le permite gestionar las distintas áreas en las cuales se desarrolla. Donde las áreas de la información y desarrollo científico y técnico juegan un rol determinante. En este sentido destacamos la labor del EMEP (*European Monitoring and Evaluation Programme*), cuyo programa presta el soporte científico al régimen, pieza fundamental para su desarrollo y la evaluación, tanto desde el plano del cumplimiento de los protocolos por las Partes contratantes, como desde el ámbito puramente científico, de mediciones, estudios y desarrollo de modelos que permitan dar cuenta de la situación de las emisiones de contaminantes precursores de la lluvia ácida.

1.1. Antecedentes sobre la elaboración de la convención

El término “lluvia ácida” o “*Acid rain*” fue aludido por primera vez por el químico inglés Robert Angus Smith a mediados del siglo XIX, cuando observó la conexión entre los cielos contaminados de Londres y la acidez de las precipitaciones de la región. En el año 1852 Smith publicó un informe detallado sobre la química de la lluvia, en y alrededor de la ciudad de Manchester, Inglaterra. Smith encontró cambios en la química de las precipitaciones, estudiando la contaminación de la ciudad y sus alrededores: describiendo tres zonas de contaminación atmosférica: carbonato de amonio en los campos y a distancia; sulfato de amonio en los suburbios, y el sulfato y ácido sulfúrico en la ciudad. Asimismo señaló que el ácido sulfúrico en el aire de la ciudad causa que los colores de los textiles se desvanezcan y los metales se corroen⁷⁶³.

Veinte años más tarde publicó “*Air and Rain: the beginnings of a Chemical Climatology*”, donde utilizó por primera vez la expresión “lluvia ácida”. Con estudios realizados en Inglaterra, Escocia y Alemania, Smith demostró que la química de la precipitación ácida estaba influenciada por factores tales como: el carbón de combustión, la descomposición de materia orgánica la materia, las trayectorias del viento, la proximidad al mar, y la cantidad y la frecuencia de lluvia o nieve⁷⁶⁴.

Si continuamos avanzando en el tiempo, la “lluvia ácida” siguió siendo tema de estudio fundamentalmente en tres campos en donde sus efectos se hacían evidentes: el de la limnología⁷⁶⁵, la agricultura y la química atmosférica⁷⁶⁶.

⁷⁶³ Vid. SCHREURS, M.A. (2007), “The Politics of Acid Rain in Europe”, en VISGILIO, G.R.; WHITELAW, D.M. (2007). *Acid in the Environment, Lessons Learned and Future Prospects*. USA: Springer Science, Business Media, LLC, pp. 120-121.

⁷⁶⁴ Vid. COWLING, E.B. (1982), “Acid precipitation in historical perspective Awareness of the acid rain problem has developed in many countries over more than a century”, *Environmental Science & Technology*, Vol. 16. No. 2, p. 111^a; LEVY., M.A. (1995). International cooperation to combat acid rain. in BERGESEN, H.E., PARMANN, G.; THOMMESSEN. Ø.B. (Eds.) (1995), *Green Globe Yearbook of International Co-Operation on Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press, 59–68, p. 59.

⁷⁶⁵ La Limnología es la ciencia que estudia los fenómenos físicos y biológicos relativos a los lagos, lagunas, ríos, charcas, marismas y estuarios. La etimología de Limnología permite traducirla como ciencia de los lagos; pero la raíz griega *limne* hace referencia a una divinidad asociada a las aguas en general.

⁷⁶⁶ Estudios al respecto, fundamentalmente realizados en lagos de Canadá y Reino Unido. evidencian la relación entre las emisiones de gases contaminantes y las variaciones de la química de la lluvia y la nieve; al igual que las alteraciones en la química de las aguas de los lagos. Resultaba evidente que un importante porcentaje de la acidez de las precipitaciones cercanas a regiones industriales puede ser atribuible a las emisiones atmosféricas procedentes de la combustión de combustibles fósiles; asimismo la pérdida progresiva de la alcalinidad en las aguas superficiales y el aumento de la acidez de las aguas de pantano se atribuye a la deposición atmosférica de sustancias ácidas; la acidez presente en suelos

El fenómeno de la “lluvia ácida” presenta casos emblemáticos de dramáticas consecuencias como lo ocurrido en diciembre de 1952, cuando los londinenses sufren las derivaciones de una espesa niebla de humo sucio, con consecuencias mortales que se estiman en 4.000 personas fallecidas a causa de enfermedades del corazón y de pulmón asociado a sus efectos. Esta situación dio lugar a la aprobación de la Ley de aire limpio del Reino Unido en 1956 (*The Clean Air Act*), la primera legislación nacional sobre la contaminación del aire. Al igual que muchos países industrializados en el momento, la solución del Reino Unido incluía la construcción de chimeneas altas para dispersar la contaminación generada por las fábricas⁷⁶⁷. Si bien la contaminación en Reino Unido disminuyó en áreas cercanas a las fuentes emisoras, en Suecia entre 1956 y 1966 se dobló.⁷⁶⁸

En la década de 1950 una red de aproximadamente 100 estaciones de fondo se ubicaron en Europa con el propósito de rastrear los movimientos de masas de aire mediante la medición de su composición química. El trabajo fue coordinado por el Instituto de Meteorología de la Universidad de Estocolmo. Durante los siguientes 10 años se observó un aumento de la acidez en las muestras obtenidas.

En el año 1961 la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa asume la problemática de la contaminación del aire y realiza una recomendación al Comité de Ministros para convocar a una Convención europea sobre contaminación del aire⁷⁶⁹. Esta Conferencia finalmente se realizó en 1965 creando un Comité de expertos que

que reciben la “lluvia ácida” se debe principalmente a ácido sulfúrico; la incidencia de bronquitis en los seres humanos se pueden correlacionar con la acidez de la precipitación. Vid. BARRETT, E.; BRODIN, B. (1995), “The Acidity of Scandinavian Precipitation”. *Tellus* VII: 2 (251-257); GORHAM, E. (1955), “Acid precipitation and its influence upon aquatic ecosystems, an overview”. Contribution No. 152 from *the Limnological Research Center, University of Minnesota*; FØRLAND E. J. (1973), “A study of the acidity in the precipitation in southwestern Norway”. *Tellus* ;25:291-299. SCHINDLER, D.W. (1988), “Effects of Acid Rain on Freshwater Ecosystems”, *Science* 8 January 1988: Vol. 239 no. 4836 pp. 149-157. Su estudio se realiza en lagos y arroyos en zonas vulnerables de ácido en el noreste de América del Norte, donde aprecia una disminución sustancial de la capacidad de neutralización de ácidos con el consiguiente daño biológico. Muchos invertebrados son muy sensibles a la acidificación, y algunos desaparecen a valores de pH de hasta 6.0. Asimismo, sus estudios señalan que la tasa de acidificación de los lagos es más lento de lo previsto, lo que relaciona con la disminución en las emisiones de óxido de azufre.

⁷⁶⁷ Vid. SHAPIRO, W.J. (1999), “Air and Atmosphere: Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-Level Ozone”. *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy Yearbook*, 208-262.

⁷⁶⁸ Vid. SCHREURS, M.A. (2007), pp. 122-123.

⁷⁶⁹ Vid. GILLESPIE, A. (2006), p. 191. Recomendación 290/1961.

elaboró la Declaración de Principios sobre el control de la contaminación del aire⁷⁷⁰, según la cual los Estados miembros debían adoptar las medidas necesarias para prevenir o mitigar la contaminación del aire. Asimismo, señala que la normativa aplicable a la lucha contra la contaminación del aire debía inspirarse en el principio de prevención.

Durante el verano de 1969, la OCDE convocó a una reunión para discutir la evidencia sobre la acidificación de las precipitaciones en Europa⁷⁷¹. En esta reunión, los países de la OCDE acordaron prestar atención a este fenómeno, y los países nórdicos debían producir un plan coordinado para examinar la situación. Un comité de planificación y un programa de investigación preliminar se establecieron a través de *NORDFORSK* (Consejo Nórdico de aire puro e Investigación Aplicada), y donde se prepara y negocia la puesta en marcha del proyecto de la OCDE "*Long-Range Transport of Air Pollution*" que se inició en julio de 1972 y finalizó en 1977⁷⁷². Este informe concluye que los causantes principales de la acidificación son el ácido sulfúrico y el ácido nítrico provenientes de la utilización de combustibles fósiles; este mismo fenómeno produce un aumento en la acidez de los ríos y lagos matando peces; variando la composición de sus aguas y liberando iones de aluminio tóxico. Esto también puede ser un factor que contribuye a los daños forestales en el centro de Europa. En general, la acidificación y el aumento potencial de la oxidación de la atmósfera está cambiando poco a poco nuestro entorno químico, y no se sabe hasta qué punto los cambios ecológicos resultantes se invertirá si las emisiones se reducen⁷⁷³.

⁷⁷⁰ Resolution (68) 4 adopted on 8 March, 1968, by the Committee of Ministers of the Council of Europe and relating to the Declaration of Principles on air pollution control Para mayor profundización Véase 1 *Yearbook of International Environmental Law* (1990) 359.

⁷⁷¹ Un año antes, el científico sueco. S. Oden (Para mayor detalle Véase ODÉN, S. (1968), "The acidification of air and precipitation; causes and effects in the environment". *Science Research Council 1 of Sweden*, Stockholm), por medio del análisis de los datos de precipitación de una red europea de estaciones de la química atmosférica, que se había establecido en 1954 y 1955, había descubierto la ampliación de un área central con la precipitación de ácido al sur de Escandinavia. El agente acidificante principal era el ácido sulfúrico, y la fuente se supone que es el uso creciente de combustibles fósiles con un alto contenido de azufre. Sus hallazgos se relacionaron con lo que la acidificación de los ríos y lagos en Escandinavia y la desaparición de los peces de estas aguas.

⁷⁷² OECD, 1977. *The OECD Programme on Long Range Transport of Air Pollutants*, OECD, 2nd Ed., Paris.

⁷⁷³ Vid. OTTAR, B. (1976), "Organization of long-range air pollution monitoring in Europe". *Proc. First Specialty Symposium on Atmospheric Contribution to the Chemistry of Lake Waters. International Association for Great Lakes Research*, Sept. 28-Oct. Del mismo autor, (1986). Acidification of Precipitation. *ACS Symposium Series; American Chemical Society*: Washington; OECD, (1977) *The OECD*

Cabe enfatizar la importancia que tuvo la Conferencia sobre el medio humano en Estocolmo de 1972⁷⁷⁴ sobre la CLRTAP pues se puede considerar que esta surgió como consecuencia de la realización de la primera. Varios estudios previos a la celebración de esta cita mundial en Estocolmo en junio de 1972 entregaban datos claros respecto del transporte por miles de kilómetros de contaminantes del aire antes de depositarse en el suelo. Estos estudios fueron compartidos durante la Conferencia de Estocolmo y jugaron un papel decisivo en la adopción de la Declaración de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, una expresión temprana de la intención de la futura cooperación y la responsabilidad internacional⁷⁷⁵.

Es necesario destacar el Principio 21 de la Declaración donde:

“Los Estados, de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del Derecho internacional, el derecho soberano de explotar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y la responsabilidad de asegurar que las actividades bajo su jurisdicción o control no causen daños para el medio ambiente de otros Estados o de zonas situadas fuera de los límites de la jurisdicción nacional.”

Principio que fue añadido en materia de contaminación del aire por la OECD en 1974 y específicamente en la Guía de Consulta para la acción de reducción de emisiones de los óxidos de azufre y las partículas de combustible en fuentes estacionarias⁷⁷⁶. Plasmándose finalmente en la Convención de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979 y sus posteriores protocolos.

En vista de la situación y de que se trataba de una cuestión regional esta problemática fue abordada por la Comisión Económica para Europa (CEE) con sede en Ginebra. Como resultado de la primera Conferencia sobre la Seguridad y la

Programme on Long-Range Transport of Air Pollutants: Measurements and Findings. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris 1977. Dentro de este estudio sobre el impacto en la productividad de los suelos forestales y bosques de la acidificación se concluyó que "la calidad del aire en cualquier país europeo es forma apreciable afectada por las emisiones de otros países europeos." (OCDE 1977). Todas estas evidencias sirvieron para dar inicio del programa EMEP.

⁷⁷⁴ Declaración de la Conferencia de las naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo, 16 de junio de 1972. ONU. (11 *ILM* 1416). Doc. A/CONF 48/14. Rev. 1.

⁷⁷⁵ Vid. FRAENKEL, A.A. (1989), "Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution: Meeting the Challenge of International Cooperation". *Harvard International Law Journal*. 30:447-476; SHAPIRO, W.J. (1999).

⁷⁷⁶ 1974 OECD Guidelines for Action to Reduce Emissions of Sulphur Oxides and Particular Matter from fuel Combustion in Stationary Sources. *Internacional Protection of the Environment*. XV. 7628.

Cooperación en Europa celebrada en Helsinki en 1975⁷⁷⁷, esta recomienda el desarrollo de un programa amplio para el monitoreo y la evaluación del transporte a larga distancia de la contaminación del aire en Europa (*long-range transport of air pollution in Europe*). En esta conferencia el entonces dirigente soviético L. Brezhnev propone abordar en el contexto pan-europeo tres cuestiones relacionadas con la problemática de la acidificación: la energía, el transporte y el medio ambiente; siendo las dos primeras causantes, y la última, el directo receptor.⁷⁷⁸

Durante el año 1978, se materializó la primera fase del "Programa de cooperación para el seguimiento y evaluación del transporte a gran distancia de contaminantes atmosféricos en Europa" (EMEP)⁷⁷⁹.

Cabe recordar que cuando EMEP se inicia, existe una situación política de tensión entre la Europa Oriental y Occidental. El incremento en las emisiones de dióxido de azufre en el oeste de Europa se había estancado por la crisis del petróleo de 1973 mientras que, por otra parte, la explotación de carbón de elevado contenido de azufre y el énfasis del crecimiento industrial originan un aumento de las emisiones fundamentalmente en los países de Europa del Este. Las evidencias del deterioro de los árboles y bosques ya no solamente se limitaban a una denuncia escandinava. Esta situación hace crisis durante los inviernos de 1985 y 1986, donde un fenómeno anticiclónico prolongado sobre el Norte de Europa Central causa niveles récord de alta concentración de contaminantes atmosféricos, tanto en Alemania Oriental y

⁷⁷⁷ Acta Final de la Conferencia sobre la Seguridad y cooperación y en Europa (Helsinki, 1 de agosto de 1975). Nótese que es por naturaleza un compromiso político y no constituye un tratado internacional. El 1 de agosto de 1975, en Helsinki, los Jefes de Estado o de Gobierno de 35 países participantes en la Conferencia sobre la Seguridad y la Cooperación en Europa (CSCE) firman el Acta Final, en el que se comprometen a desarrollar la cooperación en las áreas que se dividen en tres áreas: (1) la seguridad en Europa, (2) economía, ciencia y tecnología y del medio ambiente, y (3) humanitaria y otros campos.

⁷⁷⁸ Vid. PICKERING, K. T.; OWEN, L. A. (1997), *An Introduction to global environmental issue*. (2nd edition), London; New York: Routledge, p. 182; GÜNDLING, L. (1991), "Protection of the Environmental by International Law: Air Pollution", en LANG, W., NEUHOLD, H.; ZEMANEK, K. (1993), *Environmental Protection and International Law*. (First published 1991 Reprinted 1993), UK: Graham & Trotman/Martinus Nijhoff, p. 94.

⁷⁷⁹ Vid. SCHNEIDER, T.; SCHNEIDER, J. (2004), "EMEP- Backbone of the Convention", en SLIGGERS J.; KAKEBEEKE W. (2004). *Clearing the air: 25 years of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. Geneve: United Nations Pubns, p. 31. En la década de los años 1970 se realizaron numerosos programas bilaterales y multilaterales respecto de la contaminación del aire se iniciaron. Algunos ejemplos son los realizados entre la República Federal de Alemania/Países Bajos, países nórdicos, los países del Benelux, la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo Económicos (OCDE), Estados Unidos/Canadá. El programa fue financiado por el Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente (PNUMA), y una estrecha cooperación fue establecida con la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Occidental. Así quedó claro que el control de emisiones requerían de medidas más amplias que las puramente locales⁷⁸⁰.

Las emisiones y sus flujos transfronterizos muestran las importantes disparidades entre emisores y receptores, en este sentido no es de extrañar la preocupación de los países escandinavos al respecto. Si nos detenemos en la Tabla Nº 14, podemos observar como en Suecia y Noruega el diferencial entre emisión y recepción de óxido de azufre es negativo, emitiendo menos de lo que recibe y se deposita en su territorio. En cambio, en el caso de Reino Unido, la situación se invierte, siendo el diferencial superior al 50%. En Alemania occidental, en esa época República Federal, se produce un poco menos de la mitad del azufre depositado en el país y por lo tanto una cantidad significativa de depósitos alemanes provienen de otros lugares.

Como se aprecia, en el ámbito de la contaminación atmosférica, y particularmente de las emisiones ácidas y sus posteriores precipitaciones - en distintos medios y regiones alejadas de las fuentes emisoras -, sin lugar a dudas Europa es pionera, y la iniciativa que comienza con la Conferencia realizada en Helsinki en 1975 culmina con la elaboración de la CLRTAP de 13 de noviembre de 1979, y sus posteriores ocho protocolos. Como argumenta FRAENKEL⁷⁸¹, ante la evidencia de la complejidad de esta cuestión la Convención se presenta como un gran acuerdo para la reducción de las emisiones contaminantes, estimulando a que los países actúen en tal sentido, incrementando la comunicación y cooperación entre las Partes Contratantes.

Tabla Nº 14
Fuentes y sus flujos transfronterizos de azufre
Azufre atmosférico en Europa 1980 (Kilotones/año)

FUENTES RECEPCIÓN	FUENTES				EMISIÓN		Fuentes desconocidas	Total
	UK	FRG	Suecia	Noruega	Otra Europa	Total Europa		
UK	810	25	—	—	95	930	87	1017
FRG	87	673	—	—	960	1720	96	1816
Suecia	42	42	100	24	223	431	136	567
Noruega	48	24	12	10	124	217	89	306
Otra Europa	510	970	67	9	17125	18682	2574	21256
Total Europa	1497	1734	179	43	18527	21980	2982	24962
Residual	1063	82	96	34	5793	7068		
Emisiones	2560	1816	275	76	24320	29048		

Fuentes: MUNTON, D., SOROOS, M., NIKITINA, E; LEVY, M.A. (1999), "Acid Rain in Europe and North America", en YOUNG, O.R. (Ed.) (1999). *The Effectiveness of International Environmental Regimes, Causal connections and behavioural mechanism*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, p.164.

"Otra Europa", incluye la parte occidental de la Federación de la Rusa; "Residual", incluye deposiciones en el mar fuera de Europa, y "fuentes desconocidas".

⁷⁸⁰ Vid. LYKKE, E. (1977), "Europe versus itself". Letter to the Editor. *Nature*, Vol. 269, p. 372.

⁷⁸¹ Vid. FRAENKEL, A.A. (1989), p. 448.

A lo anterior se suma el descubrimiento en 1982 por parte del biólogo alemán Bernhard Ulrich de un nuevo tipo de enfermedad del bosque de *Waldsterben*, exponiendo la hipótesis de que era causada por la “lluvia ácida”. Ulrich anuncia sus hallazgos en la Conferencia de Estocolmo de 1982 sobre la acidificación del medio ambiente⁷⁸², en la cual el gobierno alemán se sumaría a los esfuerzos de Noruega y Suecia en la búsqueda de mecanismos para la reducción de emisiones de SO₂. A partir de este momento la cuestión de la “lluvia ácida” toma un camino distinto; hay que tomar en cuenta que Alemania era uno de los países con mayor emisión debido su desarrollo económico e industrial. Se asume asimismo la posible afectación de otros ecosistemas y definitivamente lo más relevante es que se comprende que la “lluvia ácida” no era un problema únicamente escandinavo sino un problema de todo el continente.⁷⁸³

Como se ha indicado, la CLRTAP fue firmada por 35 Partes contratantes (34 países y la Comunidad Europea), todos los miembros de la UNECE⁷⁸⁴, en Ginebra en noviembre de 1979 y entró en vigor en 1983. La Convención es importante históricamente debido a que fue el primer instrumento internacional para hacer frente a problemas de contaminación del aire sobre una base regional amplia. Como también es el primer acuerdo ambiental entre países de Europa del Este y países de Europa Occidental y la primera vez que la Comunidad Europea fue signataria de un acuerdo Oriente/Occidente⁷⁸⁵. Como destaca MILANO,⁷⁸⁶ este instrumento fue capaz de reunir

⁷⁸² Vid. SCHREURS, M.A. (2007), p. 135; HILEMAN, B. (1983), “1982 Stockholm Conference on Acidification of the Environment”. *Environmental Science & Technology*, Volume: 17:1. La Conferencia sobre la Acidificación del Medio Ambiente, Estocolmo, realizada entre 21-30 de Junio de 1982. Se centra en la acidificación del ambiente específicamente la “lluvia ácida” y su alcance transfronterizo desde una marco político y científico. Asimismo expone los daños causados por este fenómeno en los diferentes medios y los efectos de los depósitos ácidos sobre los distintos ecosistemas. Asimismo hubo una profunda revisión de las estrategias y métodos para el control de las emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno.

⁷⁸³ Vid. LEVY, M.A. (1995), p. 59.

⁷⁸⁴ Al mes de Abril de 2012, la Convención ya cuenta con 51 Partes. Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 25.04.2012 http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap_h1.htm

⁷⁸⁵ Vid. FRAENKEL, A.A. (1989), p. 448. Asimismo incluye países como EEUU., Canadá, Japón, Nueva Zelanda o Australia, miembros de la OECD.

⁷⁸⁶ Vid. MILANO, E. (2009), “Procedures and Mechanism for Review of Compliance under the 1979 Long-Range Transboundary Air Pollution Convention and its Protocols”, en TREVES, T., et. al. (Editor) (2009). *Non-Compliance Procedures and Mechanisms and the Effectiveness of International Environmental Agreements*. The Hague, Netherlands: T.M.C Asser Press, p. 169.

lo que era en esa época la URSS y otros países de la órbita socialista, salvo Albania; situación inédita hasta ese momento⁷⁸⁷.

Este Convenio solo enuncia principios fundamentales y no contiene obligaciones vinculantes para las Partes contratantes, ni ofrece objetivos específicos de reducción de la contaminación o los límites de emisión, ni siquiera para el contaminante que había originado todo el movimiento en torno a esta problemática, el dióxido de azufre. Únicamente, el texto prevé que "los países se esforzarán por limitar y, en la medida de lo posible, reducir gradualmente e impedir la contaminación del aire, y que, con el fin de lograr este objetivo, se deberá utilizar la mejor tecnología disponible que es económicamente viable"⁷⁸⁸. Como destaca SHAPIRO,⁷⁸⁹ este acuerdo establece un marco de flexibilidad para la negociación y ejecución de propuestas concretas, que se materializan por medio de los protocolos, los que, a diferencia de la Convención, contiene obligaciones concretas. MILANO⁷⁹⁰ acota y atribuye la falta de objetivos en la disminución de las emisiones a la falta de confianza que presentaban los países de Europa Occidental hacia la URSS y resto de la órbita socialista.

Por su parte GÜNDLING⁷⁹¹ destaca su importancia por sus progresos indiscutibles, sin dejar de notar su tardía elaboración, pues la problemática de la "lluvia ácida" y el problema de los lagos escandinavos se conocían por muchos años, como también destaca las trabas puestas por el Reino Unido y la República Federal Alemana.

Dentro de su texto original podemos encontrar cuatro aspectos destacables, que podemos sintetizar como: 1) el reconocimiento de que los contaminantes del aire constituyen un problema importante, 2) la declaración de que las Partes se esforzaran por limitar y, en la medida de lo posible, reducir gradualmente e impedir la contaminación del aire, incluida la contaminación atmosférica transfronteriza (Art. 2); 3) el compromiso de las Partes mediante el intercambio de información, consulta, investigación y monitoreo, para desarrollar sin demora, políticas y estrategias que debe servir como medio de lucha contra la descargas de contaminantes atmosféricos, teniendo en cuenta los esfuerzos ya realizados en los

⁷⁸⁷ Vid. KÜTTING, G. (2000), *Environment, Society and International Relations, Towards more effective international environmental agreements*. New York: Routledge, p. 84.

⁷⁸⁸ Art. 2 CLRTAP.

⁷⁸⁹ Vid. SHAPIRO, W.J. (1999).

⁷⁹⁰ Vid. MILANO, E. (2009), p. 170.

⁷⁹¹ Vid. GÜNDLING, L. (1991), p. 98.

planos nacional e internacional (Art. 3 y 4) la intención de utilizar la mejor tecnología disponible que sea económicamente viable para cumplir los objetivos de la Convención⁷⁹². Esta Convención incluye disposiciones generales sobre las políticas y estrategias, la investigación, el intercambio de información y marco institucional, acordándose asimismo, la elaboración de protocolos como mecanismo o procedimiento específicos para la toma de decisiones.

Un aspecto importante a destacar es la inclusión de lo que se ha venido a denominar la “utilización de la mejor tecnología posible” - en inglés “*Best Available Technology*” (BAT) -, en el Art.2 de la Convención; como acota EBBESSON⁷⁹³ la terminología utilizada es de larga data y se remonta al siglo XIX, en plena etapa de industrialización, cuando varios Estados adoptaron normativas sobre salud y actividades industriales con obligación de controlar algunos elementos, poniendo énfasis en el uso de la mejor tecnología con la cual se contase. Evidencias las encontramos en 1874 cuando la *Alkali Act of the United Kingdom* respecto de los contaminantes atmosféricos indico que “*The owner of every alkaly work shall use the ‘best practicable means’ of preventing the discharge into the atmosphere of ... noxious gases*”. Ahora bien, no hay que perder de vista que la utilización de estos recursos vienen sujetos a distintas consideraciones siendo tal vez la de mayor importancia, la económica⁷⁹⁴, pues en muchas ocasiones por la falta de recursos, y en otras, por meros intereses comerciales, la protección ambiental queda en un segundo plano.

En lo que respecta al uso de este concepto dentro de la normativa internacional, se aprecia que su introducción se produce en el marco de la protección del mar y del aire paralelamente. La Asamblea General de UN en la Carta Mundial de la Naturaleza de 1982 señala « [...] Se controlaran las actividades que puedan tener consecuencias sobre la naturaleza y se utilizaran las mejoras técnicas disponibles que

⁷⁹² Vid. WETTESTAD, J. (1997). “Acid lessons? LRTAP implementation and effectiveness”. *Global Environmental Change*, Vol. 7 nº 3, pp. 236-237.

⁷⁹³ Vid. EBBESSON, J. (1996), pp. 123-124. Esta terminología, “*Best Available Technology*”, “*best practicable means*”, también la podemos encontrar en USA en 1853 en *Smoke Abatement Act* sobre el control de la contaminación, siendo la base para el uso posterior de “*best available technology*” en la *Clean Water Act* o “*best available control technology*” en *Clean Air Act*. También la encontramos en Alemania ya en 1869. O en los países nórdicos a partir del siglo XX.

⁷⁹⁴ En el Art. 6 de la CLRTAP se introduce el factor económico como limitante para el desarrollo e implementación de medidas « [...] *control measures compatible with balanced development, in particular by using the best available technology which is economically feasible [...]*».

reduzcan al mínimo los peligros graves para la naturaleza y otros efectos perjudiciales [...] »⁷⁹⁵.

En adelante se aprecia su utilización en la mayoría de los acuerdos internacionales adoptados.

En un primer momento la Convención inicia un procedimiento de seguimiento, vigilancia e intercambio de información respecto del contaminante dióxido de azufre (SO₂), debido a los antecedentes e información científico técnica con que se cuenta respecto de su responsabilidad en los elevados niveles de acidez en los medios estudiados. En este sentido cobra especial importancia el sistema de monitoreo EMEP⁷⁹⁶.

En 1984 se elabora el primero de los ocho protocolos con los cuales cuenta este régimen hasta la actualidad; se inicia con un protocolo específico para EMEP, el Protocolo relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa, Ginebra, de 28 septiembre 1984 (en adelante Protocolo EMEP)⁷⁹⁷. Con posterioridad se aborda la regulación en las emisiones de dióxidos de azufre en la tercera reunión del Órgano Ejecutivo de la Convención de Helsinki de julio de 1985, donde 21 países y la CE firmaron este protocolo, Protocolo de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de azufre y de sus flujos transfronterizos de al menos un 30% (en adelante Protocolo SO_x de Helsinki), en Helsinki, el 8 julio 1985⁷⁹⁸.

Le seguirá el Protocolo al Convenio sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno o de sus flujos transfronterizos (en adelante Protocolo NO_x de

⁷⁹⁵ Carta Mundial de la Naturaleza de Naciones Unidas de 1982, Principio 11.

⁷⁹⁶ Vid. SCHNEIDER, T.; SCHNEIDER, J. (2004).

⁷⁹⁷ Protocolo relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP), Ginebra, 28 septiembre 1984 (BOE núm. 42, de 18 de febrero de 1988).

⁷⁹⁸ Protocolo de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de azufre y de sus flujos transfronterizos de al menos un 30%, Helsinki, 8 julio 1985 (U.N. Doc. ECE/EB.AIR/12; 27 ILM 707, 1988). En este protocolo se acuerda una reducción de las emisiones y los flujos transfronterizos de dióxido de azufre (SO₂) al menos un 30% tan pronto como sea posible, y en 1993 a más tardar, asumiendo como base de referencia los niveles de 1980. Entró en vigor en septiembre de 1987.

Sofía), adoptado en Sofía el 1 de noviembre de 1988⁷⁹⁹; el Protocolo a la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica a larga distancia, sobre el control de emisiones de los compuestos orgánicos volátiles y sus flujos transfronterizos (en adelante Protocolo VOCs de Aarhus, por sus siglas en inglés), de 18 noviembre de 1991 adoptado en Aarhus⁸⁰⁰; el Protocolo sobre reducciones adicionales de las emisiones de azufre (en adelante Protocolo SOx de Oslo), de 14 de junio de 1994, adoptado en Oslo⁸⁰¹; el Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados de 24 Junio de 1998 (en adelante Protocolo MP de Aarhus), adoptado en Aarhus⁸⁰²; el Protocolo de la Convención de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia provocada por contaminantes orgánicos persistentes de 24 junio de 1998 (en adelante Protocolo POPs de Aarhus), adoptado también en Aarhus⁸⁰³; y por último, el Protocolo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera (en adelante Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo), de 30 de noviembre de 1999, adoptado en Gotemburgo⁸⁰⁴.

En adelante realizaremos un estudio sobre este régimen asumiendo que cuenta con una larga data y evidentemente, al menos a nuestro parecer, un destacado

⁷⁹⁹ Protocolo al Convenio sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno o de sus flujos transfronterizos, Sofía, 1 de noviembre de 1988 (BOE núm. 62, de 13 marzo 1991). 25 países firmaron el protocolo, incluyendo el Reino Unido y los Estados Unidos. Asimismo, 12 signatarios miembros de la Unión Europea dieron un paso más y firmaron un acuerdo adicional aparte de declaración política conjunta donde se comprometían a reducir en un 30% de las emisiones en 1998, con una línea de base flexible entre 1980 y 1986.

⁸⁰⁰ Protocolo a la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica a larga distancia, sobre el control de emisiones de los compuestos orgánicos volátiles y sus flujos transfronterizos, de 18 noviembre de 1991 en Aarhus (BOE núm. 225, de 19 de septiembre de 1997). Cabe recordar la importancia en el control de estos contaminantes ya que los compuestos orgánicos volátiles (COV) son un grupo de sustancias químicas precursores en la formación del ozono troposférico. El protocolo exige una reducción del 30% de las emisiones de COV entre 1988 y 1999, con base en los niveles de 1988.

⁸⁰¹ Protocolo sobre reducciones adicionales de las emisiones de azufre, Protocolo de 14 de junio de 1994 en Oslo (BOE núm. 150, de 24 de junio de 1998).

⁸⁰² Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados de 24 Junio de 1998 en Aarhus (Dinamarca) (DO L 134 de 17.5.2001), p. 41/6.

⁸⁰³ Protocolo de la Convención de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia provocada por contaminantes orgánicos persistentes de 24 junio de 1998 en Aarhus (Dinamarca). (DO L 81 de 19.3.2004), p. 37/71.

⁸⁰⁴ Protocolo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera de 30 de noviembre de 1999 en Gotemburgo (BOE núm. 87, de 12 de mayo de 2005).

progreso reflejado en sus 8 sub-sistemas o protocolos y su estrecha relación con el ámbito científico, entre otros factores destacables.

1.2. Aspectos institucionales de la Convención y de sus protocolos

Dentro de la estructura de este régimen, encontramos distintos órganos de tipo administrativo, de control y subsidiarios de carácter técnico: El Órgano Ejecutivo (“*Executive Body*” (EB)) u Órgano Ejecutivo (OE)), el Comité de Aplicación (“*Implementation Committee*” (IC)), el Grupo de trabajo sobre efectos (“*Working Group on Effects*” (WGE)), el Órgano directivo de EMEP (“*EMEP Steering Body*” (ESB)), y por último, el Grupo de Trabajo sobre revisiones y estrategias (“*Working Group on Strategies and Review*” (WGSR)). Todos estos relacionados de distinta manera y dependiendo de Órgano Ejecutivo (Ver Anexo II del trabajo).

El órgano supremo de toma de decisiones es el **Consejo Ejecutivo (CE)** u **Órgano Ejecutivo (OE)**⁸⁰⁵. El *Órgano Ejecutivo* fue creado por la Convención bajo el Art. 10, entregando sus funciones o responsabilidades en el Art. 10 (2),

- “(A) Examinar la aplicación de la presente Convención;
- (B) Establecer, en su caso, grupos de trabajo para examinar cuestiones relacionadas con la aplicación y el desarrollo de la presente Convención y con este fin, preparar los estudios y la documentación necesarios y que presente recomendaciones a ser consideradas por el Órgano Ejecutivo;
- (C) Cumplir las demás funciones que le corresponda en virtud de las disposiciones de la presente Convención.”

Este órgano cuenta con una Mesa integrada por el Presidente del Órgano Ejecutivo y siete vicepresidentes, entre los que figuran los presidentes de los cuatro principales órganos subsidiarios del Órgano Ejecutivo. Su elección se realiza una vez al año por el Órgano Ejecutivo y actúa como un foro entre períodos de sesiones para la acción estratégica y coordinación operativa. La Mesa prepara propuestas con políticas dirigidas a la promoción, la cooperación interdisciplinaria y la integración para el cumplimiento de las metas trazadas en la Convención y sus protocolos.

Asimismo, en casos extremos podrá decidir acerca cuestiones urgentes sobre la base de las aportaciones de las Mesas de los órganos subsidiarios, pero esas

⁸⁰⁵ Vid. DI PRIMIO, J.C. (1998), “Data Quality and Compliance Control in the European Air Pollution Regime”, en VICTOR, D.G., RAUSTIALA, K.; SKOLNIKOFF, E.B. (editor) (1998). *The Implementation and Effectiveness of International Environmental Commitments: Theory and Practice*. England: The MIT Press Cambridge, pp. 283-303.

decisiones deben ser confirmadas, en caso necesario, por el Órgano Ejecutivo.

Este organismo se reúne una vez al año y está formado por representantes de todas las Partes, siendo el principal órgano de toma de decisiones dentro del régimen en lo que atañe a cuestiones de cumplimiento.

Asimismo las labores de información sobre las emisiones, el transporte y la deposición de la contaminación del aire, las realiza en colaboración con la Junta Directiva del Programa de Cooperación para la Vigilancia y la Evaluación del Transporte a Larga Distancia de Contaminación del Aire en Europa (*“Steering Board of the Cooperative programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollution in Europe”*⁸⁰⁶).

El Órgano Ejecutivo cuenta con el apoyo de una **Secretaria**⁸⁰⁷ (Art. 11)⁸⁰⁸, siendo el Secretario Ejecutivo de la Comisión Económica para Europa el que ejercerá tal función. La Secretaria actúa como un órgano administrativo dentro del mecanismo de cumplimiento ejecutando aquellas decisiones que toma el Órgano Ejecutivo y el Comité de Aplicación.

En año 1997 mediante Decisión 1997/2⁸⁰⁹ el Órgano Ejecutivo estableció el **Comité de Aplicación** y determinó su estructura, funciones y procedimientos para la revisión del cumplimiento de los Protocolos de la Convención. Cabe recordar que este

⁸⁰⁶ El programa EMEP proporciona apoyo científico a la Convención sobre:

1. Monitoreo y modelación atmosférica;
2. Inventarios de emisiones y proyecciones de las emisiones;
3. Modelos integrados de evaluación.

El Consejo Directivo del EMEP se reúne anualmente y entrega los informes al Órgano Ejecutivo de la Convención sobre las actividades de los 4 centros de programas (el Centro de Coordinación de Química, el Centro de síntesis meteorológico-Oeste, el Centro de síntesis meteorológico-Este y el Centro para la Evaluación Integrada de modelado).

⁸⁰⁷ Recordando lo indicado en el apartado 4.4. El concepto de gobernanza en el marco medioambiental, del Capítulo II. donde señalábamos que al albergar la Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa, distintos convenios regionales además de CLRTAP, como el Convenio sobre la evaluación de impacto ambiental en un contexto transfronterizo, el Convenio sobre la protección y el uso de los cursos de agua y lagos internacionales, el Convenio sobre los efectos transfronterizos de los accidentes industriales, y el Convenio sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en los asuntos medioambientales, la Secretaria se aloja en la Comisión.

⁸⁰⁸ Art. 11 CLRTAP: sus funciones son: “(A) convocar y preparar las reuniones del Órgano Ejecutivo;(B) Transmitir a las Partes Contratantes.

informes y otra información recibida en conformidad con las disposiciones de la presente Convención; (C) Cumplir las funciones asignadas por el Órgano Ejecutivo”.

⁸⁰⁹ Decision 1997/2 on the Implementation Committee, its structure and functions and procedures for review of compliance. (ECE/EB.AIR/53; 7 January 1998). Dentro del documento se presenta el anexo donde se describe la Estructura y funciones del Comité de Aplicación y procedimientos para la revisión del cumplimiento.

Comité fue creado en un momento en que muchos acuerdos ambientales multilaterales carecían de un control regular y eficiente de cumplimiento por las Partes, y asumiendo que un tratado puede presentar poco valor real, requiriéndose de un órgano que con prudencia y determinación logre una supervisión es eficaz.⁸¹⁰

El Comité se desarrolló a la luz de la experiencia ya adquirida en el funcionamiento de un comité similar en el Protocolo de Montreal y en cumplimiento de su propia decisión, tomada tres años antes al adoptar el Protocolo SO₂ de Oslo, donde en su Art. 7 sobre su Cumplimiento crea un Comité de Aplicación⁸¹¹.

La base jurídica en virtud de la cual se creó el mecanismo de cumplimiento del Comité de Aplicación viene avalada por el Preámbulo de la Decisión 1997/2, el Art. 10.2 de la Convención, el Art. 3.3 del Protocolo VOCs de Aarhus⁸¹² y el Art. 7 del Protocolo SO₂ de Oslo.

Con posterioridad mediante la Decisión 2006/2⁸¹³ sobre *“Implementation Committee, its structure and functions and procedures for review”*, se incorporaron modificaciones al Comité de Aplicación que habían sido adoptadas en el año 2001 por el Órgano Ejecutivo.

⁸¹⁰ Vid. SZÉLL, P.; KEIZER, V.; KUOKKANEN, T. (2004), “Compliance and consensus”, en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE W. (2004), p. 119.

⁸¹¹ Protocolo de Oslo de 1994, Art. 7.

“1. Por el presente artículo se establece la existencia de un Comité de Aplicación para vigilar la puesta en práctica del presente Protocolo y el cumplimiento por las Partes de sus obligaciones. Dicho Comité informará a las Partes en el curso de las reuniones del Órgano Ejecutivo y les hará las recomendaciones que considere oportunas.

2. A la vista de un informe o de cualquier recomendación del Comité de Aplicación, las Partes, teniendo en cuenta las circunstancias del asunto y de acuerdo con la práctica establecida por el Convenio, podrán adoptar una decisión y exigir que se tomen las medidas necesarias para el pleno cumplimiento del presente Protocolo, incluidas las que se requieran para ayudar a una de las Partes a cumplirlo y para impulsar la consecución de los objetivos del mismo.

3. Las Partes, en la primera reunión del Órgano Ejecutivo que se celebre tras la entrada en vigor del presente Protocolo, adoptarán una decisión para determinar la estructura y funciones del Comité de Aplicación, así como los procedimientos que deberá utilizar dicho Comité para vigilar el cumplimiento del Protocolo.

4. La aplicación del procedimiento de vigilancia del cumplimiento del Protocolo se realizará sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 9 del presente Protocolo.”

⁸¹² Protocolo VOCs de Aarhus, Art. 3.3:

“Las Partes establecerán un mecanismo para vigilar el cumplimiento del presente Protocolo. Como primer paso, sobre la base de información proporcionada [...], cualquier Parte que tenga razones para creer que otra Parte está actuando o ha actuado en de manera incompatible con sus obligaciones en virtud del presente Protocolo podrá informar al Órgano Ejecutivo en este sentido y, al mismo tiempo, las Partes interesadas. A petición de cualquiera de las Partes, el cuestión podrá ser examinado en la próxima reunión del Órgano Ejecutivo.”

⁸¹³ Decisión 2006/2 sobre *“Implementation Committee, its structure and functions and procedures for review”* (ECE/EB.AIR/2006/2) de fecha 3 de octubre de 2006.

La estructura prevista por la Decisión 2006/2 describe que estará integrado por nueve Partes en el Convenio⁸¹⁴, cada miembro del Comité debe ser Parte en al menos un protocolo. Si bien los miembros deben tener la calidad de independiente, formalmente hablando, los miembros representan a las Partes de las que proceden. El Órgano Ejecutivo elegirá las Partes para períodos de dos años. Las Partes salientes podrán ser reelegidas por un período consecutivo, a menos que en un caso dado el Órgano Ejecutivo decida otra cosa. El Órgano Ejecutivo elegirá a un Presidente del Comité de entre los miembros, cada año.

En lo que respecta al **Grupo de trabajo sobre efectos**, fue establecido bajo la Convención en 1980 celebrando su primera reunión en 1981. En términos administrativos lo conforman los países miembros de la UNECE y cuenta con una *Bureau* elegido y que es el responsable de planificar los planes de trabajo, de coordinar las actividades e informar de estas. Este *Bureau* cuenta con un presidente y cinco vicepresidentes y una secretaría que la aporta la UNECE.

El Grupo de Trabajo se reúne anualmente para discutir los resultados de los programas y las necesidades actuales y futuras de la Convención; preparando el plan de trabajo para el próximo año, el que se presenta para la consideración del Órgano Ejecutivo de la Convención⁸¹⁵.

Se consideró necesario conocer los alcances de los efectos nocivos de la contaminación del aire, como una herramienta previa para lograr los acuerdos sobre el control eficaz de la contaminación. La función del Grupo de Trabajo es proporcionar información sobre el grado y la extensión geográfica de los impactos en la salud humana y el medio ambiente de los contaminantes más importantes, tales como óxidos de azufre y de nitrógeno, ozono y metales pesados. Su área de estudio está enfocada en seis Programas de Cooperación Internacional (PCI) y el Grupo de Trabajo sobre Salud⁸¹⁶, los que en general están destinados a identificar - a mediano y largo

⁸¹⁴ Vid. MILANO, E. (2009), p. 173. Los representantes de las Partes si bien aunque son nacionales, deberán actuar con un mandato de independencia, como también con reconocida calidad y experiencia en el tema.

⁸¹⁵ En lo respecta a la difusión de los resultados de sus estudios: se publica un resumen de informes de fondo y la evaluación de los resultados más importantes de las actividades de los programas internacionales; se publica en revistas científicas o en medio de la UNECE; y se presentan los resultados más importantes al Órgano Ejecutivo.

⁸¹⁶ Los seis Programas de Cooperación Internacional (PCI) son:

plazo - las áreas más amenazadas, los ecosistemas terrestres y acuáticos y los materiales y otros receptores, considerando los daños a la salud humana⁸¹⁷.

Como decíamos, existen tres organismos de carácter eminentemente técnico: el Grupo de trabajo sobre efectos, el Órgano directivo de EMEP, y por último, el Grupo de Trabajo sobre revisiones y estrategias. Ya revisamos el primero, a continuación conoceremos lo que atañe al **Órgano director de EMEP**.

Como se aprecia en el Anexo II, de este se desprenden distintos grupos de expertos y programas de EMEP. La Mesa del Órgano Directivo es elegida cada año por el Consejo Directivo, y se reúne con los representantes de los grupos de trabajo y los centros de programas para hacer propuestas estratégicas sobre el plan de trabajo y presupuesto para el EMEP, remitiendo los informes sobre sus actividades al Órgano Ejecutivo. Y la información entregada por sus cuatro centros de estudios: el Centro de Coordinación de Química, el Centro de síntesis meteorológico-Oeste, el Centro de síntesis meteorológico-Este y el Centro de Modelado Evaluación Integrada, y tres grupos de trabajo de coordinar el trabajo del EMEP.⁸¹⁸

El Programa de cooperación para la vigilancia y evaluación del transporte de contaminantes atmosféricos a gran distancia en Europa (EMEP) se inició en 1977 como un programa especial de la Comisión Económica para Europa de Naciones

ICP Bosques: ICP Evaluación y el Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica en los Bosques; ICP aguas: ICP Evaluación y el Seguimiento de la acidificación de ríos y lagos; ICP Materiales: ICP sobre los efectos de la contaminación atmosférica sobre los materiales, incluidos los monumentos históricos y culturales; ICP de la vegetación: ICP sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la vegetación natural y cultivos; ICP Integrado de Monitoreo: ICP de control integrado de efectos de la contaminación atmosférica en los ecosistemas; ICP Modelización y Cartografía: ICP de Modelización y Mapeo de cargas y niveles críticos y efectos de la contaminación del aire, los riesgos y tendencias. Con la colaboración de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se creó el Grupo de Trabajo sobre Salud: Fuerza de Tarea Conjunta sobre los Aspectos de Salud de la Contaminación Atmosférica Transfronteriza.

Cada programa es coordinado por un grupo de trabajo, que se reúne anualmente y es responsable de la planificación detallada de sus actividades. Además, cada programa cuenta con un Centro de Programas, que se encarga de recopilar datos e información y para presentar los resultados.

En general los trabajos realizados por los distintos grupos se basan en la investigación científica sobre dosis-respuesta cargas y niveles críticos y la evaluación de daños. El ICP y el grupo de trabajo celebran sus reuniones anuales.

Los representantes nacionales y los centros son nombrados por sus gobiernos en el espíritu de sus obligaciones en virtud del Convenio, los cuales asisten a las reuniones de Trabajo y entregan datos extraídos de los centros de programas nacionales, responsables de las contribuciones nacionales a las actividades científicas y de vigilancia. (Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 13.11.2011 <http://live.unece.org/env/lrtap/WorkingGroups/wge/icps.html>).

⁸¹⁷ Vid. HETTELINGH, J-P., *et. al.* (2004), pp. 59-83.

⁸¹⁸ Vid. SCHNEIDER, T.; SCHNEIDER, J. (2004). p. 37.

Unidas (UNECE), operando bajo la Convención desde que entró en vigor en 1999, mediante Mandato del Órgano Ejecutivo de la Convención (Decisión 1999/2, Anexo III) que decidió que el principal objetivo del EMEP era proporcionar apoyo científico a la Convención básicamente sobre tres áreas de estudio: monitoreo y modelado atmosférico, inventarios y proyecciones de emisiones, y por último, la elaboración del modelo de evaluación integrada.

Habiendo aprobado el Protocolo POPs de Aarhus y el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, el Órgano Ejecutivo aprueba en su Decimonoveno período de sesiones la Estrategia 2000-2009 EMEP⁸¹⁹, la que está destinada a la evaluación y seguimiento de los protocolos y a sentar las bases de la planificación de los planes de acción anuales.

Por último el **Grupo de Trabajo sobre revisiones y estrategias**, es el principal órgano de negociación de la Convención, el cual asiste al Órgano Ejecutivo desde la perspectiva política, en materias como:

- (a) La evaluación de las actividades científicas y técnicas relacionadas con la preparación y revisión de protocolos;
- (b) Negociar las revisiones de los protocolos existentes y la preparación de otros nuevos;
- (c) Promover el intercambio de tecnología;
- (d) Preparación de propuestas de desarrollo estratégico en virtud de la Convención

Como ente de apoyo recibe informes de todos los grupos de apoyo y trabaja estrecha colaboración con el Consejo Directivo del EMEP y el Grupo de Trabajo sobre Efectos⁸²⁰.

El Grupo de Trabajo sobre revisiones y estrategias, ha desarrollado ocho áreas donde focaliza su actividad creando: el grupo de trabajo sobre metales pesados⁸²¹; el grupo de trabajo sobre POPs⁸²²; el grupo de trabajo sobre nitrógeno

⁸¹⁹ Los resultados de estos trabajos los revisaremos con mayor detenimiento en párrafos posteriores.

⁸²⁰ Para mayor detalle consultar: Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 18.11.2011 <http://live.unece.org/env/lrtap/workinggroups/wgs/welcome.html>

⁸²¹ Para llevar a cabo la revisión del Protocolo de 1998 sobre metales pesados, el Órgano Ejecutivo de la Convención establece este Grupo de Trabajo en 2004, encabezado por Alemania. El Grupo de Trabajo realiza evaluaciones programadas de los valores límite, la revisión de la suficiencia y la eficacia, asimismo, realiza revisiones de otros metales pesados – fuera del protocolo - controles sobre los productos y/o grupos de productos. Con el objetivo de promover la aplicación y la ratificación del Protocolo MP de Aarhus, en 2007 el Órgano Ejecutivo aprobó un Plan de Acción para Europa Oriental, Cáucaso y Asia Central (PAEOCA).

reactivo⁸²³; el grupo de trabajo sobre la elaboración de modelos de evaluación integrada; el grupo de expertos sobre cuestiones técnico-económicas⁸²⁴; el grupo de expertos sobre partículas (PM)⁸²⁵; el grupo de expertos sobre disminución de amoníaco⁸²⁶, y la Red de expertos sobre instrumentos económicos y sus beneficios⁸²⁷.

⁸²² Fue establecido en octubre de 2003, luego de la entrada en vigor del Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, por el Órgano Ejecutivo de la Convención estableció este Grupo de Trabajo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes en su XXI primer período de sesiones. Dirigido por el Canadá y los Países Bajos, el Grupo de Trabajo responde a las necesidades técnicas de las revisiones y reevaluaciones requerido por el Protocolo de Aarhus de 1998 sobre contaminantes orgánicos persistentes y los procedimientos adoptados en la Decisión del Órgano Ejecutivo 1998/2 (sobre información que debe presentarse y el procedimiento para añadir sustancias en los Anexos i, ii o iii al Protocolo sobre contaminantes orgánicos persistentes). Al momento de la creación del Grupo de Trabajo, el Órgano Ejecutivo acordó la Decisión 2003/10, que identifica las funciones del Grupo de Trabajo, y algunos de sus métodos de trabajo. El Grupo de Trabajo lleva a cabo las tareas específicas para que en el plan de trabajo aprobado anualmente por el Órgano Ejecutivo.

⁸²³ El Grupo de Trabajo sobre nitrógeno reactivo fue establecida por el Grupo de Trabajo sobre Estrategias y Análisis (GTEA) por el Órgano Ejecutivo en su vigésimo quinto período de sesiones en diciembre de 2007. Mediante la Decisión del Órgano Ejecutivo 2007/1, se establece este grupo liderado por el Reino Unido y los Países Bajos, asignándoles sus objetivos y actividades. El Grupo de Trabajo será el encargado de desarrollar la información de técnicos y científicos, y las opciones que se pueden utilizar para el desarrollo de la estrategia en el marco de la UNECE para fomentar la coordinación de las políticas de la contaminación del aire en el nitrógeno en el contexto del ciclo del nitrógeno y que pueden ser utilizados por otros órganos fuera de la Convención en la consideración de otras medidas de control.

⁸²⁴ El Grupo de Expertos sobre las evaluaciones técnico-económicas fue establecido por el Órgano Ejecutivo en 2001 para desarrollar una base de datos técnico-económicos de la información sobre tecnologías de control para reducir la contaminación atmosférica y sus costos. La información puede ser utilizada tanto en la formulación de proyectos de revisión de los anexos técnicos de los protocolos existentes, así como los datos de entrada de modelos de evaluación integrada. El grupo de expertos está dirigido por Francia, con el apoyo técnico proporcionado por el Centro Interprofesional Técnico de Estudios sobre Contaminación Atmosférica (CITEPA) y el Instituto Francés-Alemán para la Investigación Medioambiental (IFARE), en cooperación con la Agencia Francesa para el Medio Ambiente y Gestión de la Energía (ADEME) y el Ministerio francés de Ecología y Desarrollo Sostenible.

⁸²⁵ El Grupo de Expertos de partículas fue establecido por el Órgano Ejecutivo en su vigésimo segundo período de sesiones en diciembre de 2004. El grupo de expertos evaluará el grado de control de contaminantes que contribuyen a la formación de partículas en suspensión, revisión de trabajos en curso sobre el material particulado en la Convención, y considerar los requisitos científicos y técnicos para el desarrollo de nuevas medidas para reducir las partículas. El Grupo de Expertos está liderado por Alemania y el Reino Unido. Que incluye a expertos designados por las Partes. Otros órganos subsidiarios y centros del programa en virtud del Convenio que están trabajando en el material particulado participan activamente en los trabajos del Grupo de Expertos. Para todos los términos de referencia del Grupo de Expertos, véase la Decisión EB 2004/3.

⁸²⁶ El Grupo de Expertos en Reducción de amoníaco promueve el uso del Código consultivo para el Marco de Buenas Prácticas Agrícolas para la reducción de las emisiones de amoníaco, que se va a utilizar como base para las Partes a que elaboren códigos nacionales y para cuantificar las relaciones entre las opciones de control recomendadas/técnicas y como resultado las emisiones de amoníaco. El grupo trabaja en colaboración con EMEP, en particular, un grupo de expertos sobre la agricultura y la naturaleza de la Fuerza de Tareas sobre Inventarios de Emisiones y Proyecciones y el grupo de expertos sobre cuestiones técnico-económicas. En los últimos años, el Grupo de Expertos en Reducción de amoníaco se ha centrado en fortalecer los vínculos con los países con economías en transición para fomentar su participación en reuniones y talleres. También ha desarrollado vínculos con el Grupo de Trabajo sobre Medidas y Modelización. El Grupo de Expertos tiene por objeto mejorar la calidad de los

2. Los protocolos adicionales

Como ya sabemos, el régimen de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza, que se inicia en 1979 con la suscripción de la Convención, ha sido ampliado mediante ocho protocolos. El primero, Protocolo relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP), en Ginebra de 28 septiembre 1984, y el último, Protocolo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera, de Gotemburgo de 30 de noviembre de 1999.

Este apartado está destinado a revisar los distintos aspectos que caracterizan a estos ocho instrumentos multilaterales. Iniciaremos nuestra revisión con una descripción de cada uno destacando aquellas particularidades que los distinguen, de manera de apreciar, al concluir, la evolución que se presenta entre los 21 años que separan al primero del último. En este sentido a destacar en general es el carácter vinculante, la introducción del concepto de “carga crítica”, y por último, el enfoque, puesto que a partir del segundo protocolo van dirigidos a un contaminante en particular, y el último, aborda una problemática - la acidificación, eutrofización y contaminación de ozono troposférico - donde se controlan los contaminantes atmosféricos con mayores repercusiones directa o indirectamente.

Continuaremos con aspectos que dicen relación con los mecanismos de control de cumplimiento, con los destinados a la resolución de controversias, con el intercambio de información y mecanismos de asistencia científica, técnica,

inventarios de emisiones de amoníaco, la comparación de los inventarios nacionales, las proyecciones y las estrategias de reducción. Se considera que la revisión de, y posibles revisiones, el documento de orientación sobre técnicas de control para Prevenir y reducir las emisiones de amoníaco (EB.AIR/1999/2, cap. V). El Grupo de Expertos también trata de abordar las cuestiones de vigilancia y la modelización, como el vínculo entre el control de las emisiones de amoníaco y la concentración y la deposición de compuestos de nitrógeno reducido.

Presentación de la sexta reunión: Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 21.07.2011 <http://web.agrsci.dk/jpm/segovia/agenda.html>

⁸²⁷ La Red de Expertos sobre los beneficios y las cuestiones económicas (NEBEI) se formó en 2000 con el objetivo de seguir desarrollando el trabajo económico realizado por el Grupo de Trabajo anterior sobre los aspectos económicos de las estrategias de reducción y permitir que las consideraciones económicas que deben tenerse en cuenta en el desarrollo y revisión de protocolos de la Convención. NEBEI sólo se reúne con motivo de los talleres previstos, e incluye no sólo economistas, sino también representantes de grupos de especialistas de otros. Actualmente está dirigido por el Reino Unido y Noruega. El último taller se celebró los días 6-7 de abril de 2006 en Catania, Italia, sobre los impactos económicos de la contaminación del aire sobre el patrimonio cultural, conjuntamente con el Grupo de Trabajo sobre Materiales Efectos ICP.

concluyendo con la asistencia financiera. Al finalizar, apreciaremos al igual que en el punto anterior, por una parte, una evolución que se produce en el control y los procedimientos a medida que se desarrollan, y dos bloques de protocolos, excluido el relativo al EMEP. El primero que reúne a los Protocolos relativos a la reducción de las emisiones de azufre y de sus flujos transfronterizos de al menos un 30%, Helsinki, 8 julio 1985, el Protocolo relativo a la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno o de sus flujos transfronterizos, Sofía, 1 de noviembre de 1988, y el Protocolo sobre el control de emisiones de los compuestos orgánicos volátiles y sus flujos transfronterizos, de 18 noviembre de 1991 en Aarhus. Y un segundo bloque, que comprende a los cuatro restantes.

2.1. Los protocolos adicionales y su función en el ámbito del control de emisiones de contaminantes

El régimen de este Convenio cuenta con ocho protocolos adoptados con posterioridad donde cada uno de ellos tienen por objetivo la reducción de un contaminante o grupo de estos, salvo el Protocolo EMEP⁸²⁸ y el Protocolo SO₂ de Oslo⁸²⁹.

Los avances obtenidos con la elaboración de los mismos respecto de sus exigencias y a su carácter vinculante se pueden considerar como notables, más aún si consideramos que la Convención original de 1979, realiza un reconocimiento al principio 21 de la Declaración de Estocolmo de 1972, pero no entrega ninguna directriz en este sentido, solamente en su Art. 2 expresa:

“Las Partes Contratantes, teniendo debidamente en cuenta los hechos y problemas, están decididos a proteger al hombre y su medio ambiente contra la contaminación atmosférica y se esforzarán por limitar y, en la medida de lo posible, reducir gradualmente e impedir la contaminación del aire, incluida la contaminación atmosférica transfronteriza.”

Se aprecia en este documento la presentación de principios fundamentales con un contenido normativo escaso, propuestas fundamentalmente en investigación y desarrollo, evaluaciones económicas, etc.; los compromisos son de carácter genérico y no comportan obligaciones específicas de reducir las emisiones de contaminantes

⁸²⁸ BOE núm. 42, de 18 de febrero de 1988.

⁸²⁹ BOE núm. 150, de 24 de junio de 1998. Este protocolo viene a modificar el Protocolo relativo a la reducción de las emisiones de azufre y de sus flujos transfronterizos de al menos un 30%.

atmosféricos⁸³⁰. Esta situación cambiará radicalmente en los sucesivos protocolos, donde el control sobre los contaminantes apunta a imponer restricciones sobre la cantidad que puede ser emitida y sobre los componentes de los diversos combustibles, como, por ejemplo, la restricción en la cantidad de azufre que puede ser incluida en una mezcla de combustible.

El primer protocolo que surge dentro del marco de la Convención es el **Protocolo relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP)**, de Ginebra, en septiembre 1984⁸³¹, cuya entrada en vigor se realiza el 28 de enero de 1988, y donde su primer objetivo es la financiación de los gastos del programa de monitoreo sobre la emisión, transporte y deposición de la contaminación atmosférica que forma la “columna vertebral”⁸³² de acuerdos de reducción de emisiones. El EMEP focaliza sus estudios fundamentalmente sobre evaluación del transporte transfronterizo de la acidificación y la eutrofización, contaminantes orgánicos persistentes (POPs), metales pesados y partículas. Sus estudios analizan la medición de calidad del aire, la precipitación, y la modelización de la dispersión atmosférica⁸³³.

EMEP proporciona periódicamente a los gobiernos y a los órganos subsidiarios de la CLRTAP información científica calificada para apoyar el desarrollo y la subsecuente evaluación de los protocolos internacionales sobre reducción de emisiones negociadas en la Convención⁸³⁴.

Asimismo entrega información sobre la importancia relativa de las fuentes locales y distribución de sus contaminantes de manera de facilitar a los gobiernos los antecedentes necesarios para establecer niveles permisibles de emisión, locales y regionales, teniendo presente las implicaciones internacionales de estos niveles. Se

⁸³⁰ Vid. GILLESPIE, A. (2006), p. 193.

⁸³¹ BOE núm. 42, de 18 de febrero de 1988.

⁸³² Vid. SCHNEIDER, T.; SCHNEIDER, J. (2004).

⁸³³ En la actualidad existen más de 100 estaciones de monitoreo en 24 países de la UNECE.

⁸³⁴ En este régimen ambiental el flujo de la información de datos obtenidos de EMEP obtenidos *inter alia* para mejorar los protocolos existentes. Cumpliendo así una función de vía necesaria de comunicación e información entre las Partes; su estado de desarrollo y cumplimiento de los acuerdos adoptados; como de su efectividad como fuente de información y recopilación de datos. Vid. *Working Group on Abatement Strategies of the Executive Body for the Convention on Long-Range Air Pollution*, Doc.EB.AIR/WG.5/R.21, 1-3 (1991); Doc.EB.AIR/WG.5/R.20, 3-5 (1991); Doc.EB.AIR/WG.4/12, Annex 1, 6-17 (1991).

debe tener en cuenta que toda esta información será la base para las estrategias de reducción de las regiones afectadas⁸³⁵.

El programa EMEP se basa en tres elementos principales: la recolección de datos sobre emisiones, las mediciones de calidad del aire y de las precipitaciones, y por último, la modelización del transporte atmosférico y la deposición de las contaminaciones del aire. Por medio de la utilización de estos elementos, el EMEP evalúa e informa periódicamente sobre las emisiones, las concentraciones y depósitos de contaminantes del aire, la cantidad y la importancia de los flujos transfronterizos y excedencias relacionadas con las cargas críticas y los valores mínimos.

El programa EMEP opera con una red de científicos y expertos pertenecientes a los distintos Estados recolectando datos con el posterior análisis de los mismos y elaboración de informes de evaluación integrada.

El programa cuenta con cuatro grupos de trabajo, cada uno de los cuales destinados a entregar distinto tipo de información. Es así como se cuenta con: el Grupo de Trabajo sobre Mediciones y Modelización (*Task Force on Measurements and Modelling* (TFMM)), el Grupo de tareas sobre Inventarios de Emisiones y Proyecciones (*Task Force on Emission Inventories and Projections* (TFEIP)), el Grupo de Trabajo sobre la Evaluación y Modelización Integrada (*Task Force on Integrated Assessment Modelling* (TFIAM)), y por último, el Grupo de Trabajo de Seguridad sobre el Transporte Hemisféricos de los contaminantes atmosféricos (*Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution* (TFHTAP)).

Asimismo, trabaja con cuatro Centros de investigación encargados de la elaboración de los informes finales y de su presentación al Consejo Directivo de EMEP. El Centro de Coordinación de Química (*Chemical Coordinating Centre* (CCC)) responsable de la coordinación y la intercalibración de la calidad del aire y las mediciones de deposición; el Centro de Síntesis Meteorológico-Oeste (*Meteorological Synthesizing Centre-West* (MSC-W)), la responsabilidad de este centro es el almacenamiento y la distribución de información sobre las emisiones y sus proyecciones, asimismo, es responsable de la evaluación de la modelización del

⁸³⁵ El desarrollo científico tecnológico para el monitoreo y formulación de modelos de transporte de la contaminación atmosférica ha dado origen a la realización de reuniones internacionales de expertos, grupos de trabajo y las campañas de medición, con el fin de obtener datos de seguimiento y los resultados del modelo que puedan ser "comparables".

azufre, nitrógeno foto-oxidantes y material particulado; el Centro de Síntesis Meteorológico-Este (*Meteorological Synthesizing Centre-East* (MSC-E)) es el responsable del desarrollo de modelos para metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes, y el Centro para la Evaluación Integrada de modelado (*Center for Integrated Assessment Modelling* (CIAM)) creado en 1999 sobre el trabajo anterior del modelo RAINS.⁸³⁶ Por su parte el Centro de Inventarios de Emisiones y Proyecciones de EMEP (*The EMEP Centre on Emission Inventories and Projections* (CEIP)) tiene la tarea de recoger los datos sobre emisiones y sus proyecciones respecto de contaminantes atmosféricos acidificantes, metales pesados, partículas, oxidantes fotoquímicos.

Será en 1985, con el **Protocolo relativo a la reducción de las emisiones de azufre y de sus flujos transfronterizos de al menos un 30% (Protocolo SO_x de Helsinki)**, adoptado en Helsinki, el 8 julio 1985⁸³⁷, que entra en vigor el 2 de septiembre de 1987, y que fue propuesto formalmente por los países Nórdicos en la primera reunión del Órgano Ejecutivo de la Convención en 1983⁸³⁸, donde se incluyen obligaciones legales vinculantes en su Art. 2 sobre las Disposiciones Fundamentales donde:

“Las Partes deberán reducir sus emisiones anuales nacionales de azufre o sus flujos transfronterizos en al menos un 30 por ciento tan pronto como sea posible ya más tardar en 1993, utilizando los niveles de 1980 como base para el cálculo de las reducciones.”

Cabe detenernos y destacar que en la elaboración de este Protocolo surgieron varios inconvenientes, algunos de los cuales pueden ser atribuidos a su condición de primer protocolo con carácter vinculante del régimen. Estos conflictos surgen tanto en el plano medioambiental como económico, respecto de los porcentajes de reducción a implementar.⁸³⁹ Es así como elegir un 30% de meta de reducción fue totalmente arbitrario, pues no existían datos que sustentaran este

⁸³⁶ El modelo RAINS o *Regional Air Pollution Information and Simulation* fue un modelo desarrollado por el *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA) como una herramienta para la evaluación integrada de las estrategias alternativas para reducir la deposición ácida en Europa y Asia.

⁸³⁷ Protocolo de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de azufre y de sus flujos transfronterizos de al menos un 30%, Helsinki, 8 julio 1985 (U.N. Doc. ECE/EB.AIR/12; 27 ILM 707, 1988).

⁸³⁸ Proposal for a Concerted Programme for the Reduction of Sulphur Emissions, UN ECE Doc ENV/EB/R. 7, Mar. 8, 1983.

⁸³⁹ Vid. BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), p. 346.

porcentaje, aunque si había acuerdo en que para reducir la deposición ácida el porcentaje de reducción tendría que ser muy superior. Pero el debate se presentaba pues había consideraciones que se tenían en cuenta y de algún modo complicaban los acuerdos, como el que las emisiones en un área o país podía incidir no necesariamente en el origen; o que los países podían reducir las emisiones contaminantes de cualquier fuente que eligieran ya que la reducción total de emisiones era a nivel nacional, pudiéndose dar la paradoja que las emisiones que tienen más impacto transfronterizo pueden no ser elegidas para reducir.

Como destaca GÜNDLING,⁸⁴⁰ este primer Protocolo sobre reducción de emisiones fue criticado y considerado insuficiente, pues se requerían tasas de reducción en períodos más cortos de tiempo. Sumado a esto no fue aceptado por distintas razones por países como Reino Unido, Polonia o Estados Unidos.

Otra cuestión que presentó cierto problema es el año seleccionado para asumir como año base, 1980. Esto se debe a la posición previa y posterior de las Partes respecto a este año, la mayor o menor dificultad de lograr la meta, pues todas las Partes se encontraban en distinta situación. Pues los que han logrado una escasa o nula reducción antes de 1980 tendrían una ventaja sobre aquellos países que la han reducido sustancialmente, debido a que las reducciones iniciales son más fáciles y menos costosas⁸⁴¹. Asimismo no se toman en cuenta las posibles interacciones del óxido de azufre con otros contaminantes.⁸⁴²

Todas las dificultades surgidas han ido siendo superadas y mejoradas a medida que se han ido elaborando los sucesivos protocolos, y en el caso particular de las emisiones de óxidos de azufre se logra con el Protocolo SOx de Oslo.

Ahora bien, en lo que respecta a la elección de tecnologías para el control de las emisiones contaminantes, en 1974 la OECD⁸⁴³ aborda el futuro de las fuentes de energía, su normativa y el impacto sobre el medio ambiente y particularmente sobre la necesidad de adoptar una tecnología que permitiera la eliminación de azufre

⁸⁴⁰ Vid. GÜNDLING, L. (1991), pp. 91.

⁸⁴¹ Vid. FRAENKEL, A.A. (1989), p. 470. Reino Unido. Esgrimió este argumento al momento de la firma del protocolo.

⁸⁴² Final Draft Report of the UN ECE Critical Level Workshop, Bad Harzburg, Federal Republic of Germany, March 14-18, at 9-10.

⁸⁴³ 1974 OECD Guidelines for Action to Reduce Emissions of Sulphur Oxides and Particular Matter from fuel Combustion in Stationary Sources. *Internacional Protection of the Environment*, XV. 7628., se discute este punto específicamente en el Capítulo 19.

del carbón y de los combustibles⁸⁴⁴. Al igual que la Convención, el Protocolo SO_x de Helsinki⁸⁴⁵ se suman a las recomendaciones de la OECD sobre esta cuestión tecnológica aunque con la salvedad de que si bien existe la obligación de adoptar las "mejores tecnologías disponibles" esta debe ser "económicamente viable"⁸⁴⁶.

Nótese que este Protocolo fue fruto de un largo período de estudios y debates sobre la problemática de las emisiones de óxidos de azufre la acidificación atmosférica y la posterior deposición ácida. La reunión donde se concreta el protocolo es la cuarta después de Estocolmo 1982⁸⁴⁷ y las de Ottawa y Múnich de 1984⁸⁴⁸.

Pero la preocupación y trabajos destinados al control de este tipo de emisiones no se detienen con la firma del Protocolo y durante el mes de septiembre de 1987, un total de 16 naciones suscriben un acuerdo que incluía una parte importante de las propuestas escandinavas sugeridas al Club del 30%.

Con posterioridad se realiza en Ámsterdam en mayo de 1986 la *International Conference on Acidification and its Policy Implications*, donde se aborda dentro de este contexto las implicaciones de las emisiones de NO₂, concretándose con un siguiente Protocolo en 1988.

En lo que atañe al segundo instrumento de reducción de emisiones del régimen de la CLRTAP, el **Protocolo de Sofía relativo a la Reducción de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno o de sus Flujos Transfronterizos (Protocolo NO_x de Sofía)**, de noviembre de 1988⁸⁴⁹, firmado por 25 naciones, surge como resultado de la Conferencia de Ámsterdam. Doce Estados miembros de Comunidad Europea se imponen una meta de reducción del 30% de emisiones de NO_x al año 1998. Cabe señalar que Estados Unidos aunque firma el Protocolo no está de acuerdo con la meta impuesta por estas 12 naciones.

⁸⁴⁴ Vid. SAND, P.H. (2003), p. 664.

⁸⁴⁵ Protocolo SO₂ de Helsinki, Art. 6

⁸⁴⁶ CLRTAP, Art. 6.

⁸⁴⁷ Cit. *supra* 780.

⁸⁴⁸ Cabe destacar que los resultados obtenidos en Munich en 1984, no fueron todo lo deseado por los organizadores.

⁸⁴⁹ Protocolo al Convenio sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno o de sus flujos transfronterizos, Sofía, 1 de noviembre de 1988 (BOE núm. 62, de 13 marzo 1991), entra en vigor el 14 de febrero de 1991.

En su texto se reitera la relevancia de “utilizar las mejores tecnologías económicamente viables”⁸⁵⁰ y se hace hincapié en que estas deben hacerse tomando en cuenta el Anexo Técnico y distintos factores como “las características de la planta, su edad y su tasa de utilización”⁸⁵¹. En general podemos decir, que esta tendencia se continúa replicando en los sucesivos protocolos adaptando los desarrollos tecnológicos y conocimientos científicos para el cumplimiento de los objetivos que cada instrumento presenta⁸⁵².

Como apunta GÜNDLING⁸⁵³ con este Protocolo se introduce un instrumento clave - y que continuará siendo utilizados por los protocolos siguientes – como es el concepto de “critical load” o carga crítica⁸⁵⁴; un mecanismo de mayor flexibilidad que el de porcentajes pudiéndose adaptar las necesidades de reducción a variables tan determinantes como la cuestión económica o ecológica.⁸⁵⁵

En lo que respecta a las exigencias que el Protocolo NO_x de Sofía impone las Partes, estas:

“ [...] tan pronto como sea posible y como un primer paso, tomar medidas eficaces para controlar y / o reducir sus emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno o sus flujos transfronterizos a fin de que éstos, a más tardar el 31 de diciembre de 1994, no superan a sus las emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno o de los flujos transfronterizos de dichas emisiones para el año civil 1987 [...]. ”⁸⁵⁶

⁸⁵⁰ Protocolo Nox de Sofía, Art. 2.2.a.

⁸⁵¹ Protocolo NOx de Sofía, Art. 2.2.c.

⁸⁵² Cabe destacar que la Unión Europea dentro su políticas ambiental y como parte de este régimen desarrolla normativa al respecto, es el caso por ejemplo de la Directiva 88/609/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1988 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (DO L 336 de 07/12/1988); existiendo así una concordancia entre la política europea y los siguientes protocolos del régimen.

⁸⁵³ Vid. GÜNDLING, L. (1993). p. 99.

⁸⁵⁴ Definido como "una estimación cuantitativa de la exposición a uno o varios contaminantes por debajo del cual, efectos nocivos significativos sobre elementos sensibles específicos del medio ambiente no se producen, según los conocimientos actuales". Como destacan HALL, J.R., ASHMORE, M.; FAWEHINMI, J., *et al.* (2006), “Developing a critical load approach for national risk assessments of atmospheric metal deposition”. *Environmental Toxicology & Chemistry*. 25:883-890. La carga crítica o “critical load”, es un concepto que ha entregado datos desde la perspectiva de los efectos a largo plazo de las contaminaciones transfronterizas a gran distancia, ayudando a la elaboración y negociación de estrategias de reducción de las emisiones en Europa. Este concepto se utilizó inicialmente en desarrollos para medir impactos en el suelo, agua dulce y la acidificación y la reducción de azufre y las emisiones de nitrógeno; base del Protocolo de Oslo de 1994 sobre nuevas reducciones de las emisiones de azufre el de Gotemburgo para reducir la acidificación, la eutrofización y el ozono a nivel del suelo.

⁸⁵⁵ Vid. SAND, P.H. (1991), “Lessons Learned in Global Environmental Governance”, 18 *Boston College Environmental Affairs Law Review*. 213.

⁸⁵⁶ Art. 2.1 sobre Obligaciones Básicas del Protocolo NOx de Sofía.

Este nuevo concepto de “critical load” o carga crítica impuso la reducción uniforme para todas las Partes, surgió como un concepto general para la evaluación científica y fue resultado del trabajo del Grupo de Trabajo sobre los efectos operacionales para el desarrollo de estrategias prácticas. Este sistema operacional fue de gran utilidad para el desarrollo de una estrategia práctica facilitando la aceptación de la dicotomía costo-efectividad, que se utiliza para identificar las opciones de reducción de emisiones que conducen a una reducción eficaz de superación de carga crítica, convirtiéndose en el principal concepto para determinar el nivel de ambición ambiental al momento de negociar las posteriores medidas dentro del marco de la Convención.⁸⁵⁷

En lo que atañe a la contaminación producida por fuentes móviles, hay que destacar que el Protocolo NOx de Sofía es el primer instrumento que entrega límites para los constituyentes de combustibles como método para el control de la contaminación, realizando además una recomendación a las Partes sobre la disposición de la gasolina sin plomo a lo largo de los grandes itinerarios del tránsito internacional⁸⁵⁸.

La discusión sobre la eficiencia energética es un tema que a partir de la década de los 1970 está en la agenda, pues se considera un mecanismo efectivo para la reducción de las emisiones contaminantes. Antecedentes en este sentido se desarrollaron en la Unión Europea⁸⁵⁹ o el G7/G8⁸⁶⁰. En el marco de la CLRTAP, en los

⁸⁵⁷ Vid. TUINSTRAN, W., HORDIJK, L.; KROEZE, C. (2005), “Moving boundaries in transboundary air pollution co-production of science and policy under the convention on long-range transboundary air pollution”, *Global Environmental Change* 16: 349–363 (www.elsevier.com/locate/gloenvcha), p. 354. Como destacan los autores, existe la opinión por parte de muchos autores de la importancia del desarrollo del enfoque de las cargas críticas, como una base común para el control de la contaminación del aire, entre la política y las comunidades científicas. SUNDQVIST, G., LETELL, M.; LIDSKOG, R. (2002), “Science and policy in air pollution abatement strategies”. *Environmental Science & Policy*, 5(2), 147-156, señalan que el concepto de las cargas críticas ha servido como una herramienta importante para conectar el conocimiento científico para la formulación de políticas. Ellos muestran que el concepto tiene diferentes significados para los actores involucrados, que incluyen puntos de vista heterogéneos en el límite entre la ciencia y la política. Y a pesar de las incertidumbres del concepto ha sido una parte importante de la formación de consensos entre los científicos y los políticos en el desarrollo de un régimen LRTAP coherente. Este proceso también hizo posible que los investigadores y los políticos asumieran estrategias de reducción de ahora basado en la ciencia pura, como enfatizan los autores.

⁸⁵⁸ Protocolo NOx de Sofía, Art. 4.

⁸⁵⁹ Council of Europe Committee of Ministers. Resolution (70)11. March 7, 1970. Sobre la coordinación y planeación en los esfuerzos para la reducción en el control de la contaminación del aire tanto en las ciudades fuera de ellas.

⁸⁶⁰ En la cumbre realizada en la ciudad italiana de Venecia en junio de 1980, el G7 en su punto III apunta la necesidad de diferenciar el desarrollo económico del consumo de combustibles derivados del

Protocolos de Sofía de 1988⁸⁶¹, el de Oslo de 1994⁸⁶² o el de Gotemburgo de 1999⁸⁶³, presentan referencias al respecto, al igual de la Agenda 21⁸⁶⁴, el Protocolo de Kyoto⁸⁶⁵ o la CMNUCC⁸⁶⁶.

En la opinión de LEVY,⁸⁶⁷ con las firmas del Protocolo SOx de Helsinki y el Protocolo NOx de Sofía, se marca el fin de una etapa en el régimen, pues ambos en términos generales y evidentemente considerando que afecta a distintos contaminantes actúan como protocolos "mínimo denominador común". Considerando que las Partes no los han firmado pensando en usarlos como una guía para las revisiones en sus políticas nacionales de reducción de emisiones, a diferencia del Protocolo de Montreal de 1987 que si fue utilizado por la mayoría de signatarios como guía para modificar las políticas nacionales al respecto. De algún modo se percibe que el cambio en las políticas muchas veces antecede al propio protocolo y que con la firma solo se viene a plasmar lo ya realizado no obteniéndose ninguna modificación significativa. Normalmente este tipo de acuerdos reciben muchas críticas pues solo vienen a romper el *status quo*, pero en las condiciones adecuadas pueden ayudar y lograr avances, lo que sucedió en el caso de estos dos protocolos. A partir de esta etapa, los protocolos serán utilizados como instrumentos de verdadera regulación que imponen restricciones en las políticas nacionales.⁸⁶⁸

En lo que respecta al Protocolo adoptado en Aarhus sobre el **Control de Emisiones de los Compuestos Orgánicos Volátiles y sus Flujos Transfronterizos (Protocolo VOCs de Aarhus)**, de noviembre de 1991 cuya entrada en vigor se realiza el 29 de septiembre de 1997, impone a las Partes entre otras la obligación de:

“ [...] tomar medidas eficaces para reducir sus emisiones nacionales anuales de COV en al menos un 30 por ciento para el año 1999, utilizando los niveles de 1988 como base o cualquier otro nivel anual durante el período de 1984 a 1990, [...] ”⁸⁶⁹.

petróleo buscando la disminución des este y fomentando el uso de otro tipo de energías. Esta misma tendencia se aprecia en sucesivas cumbres G7 Paris 1989, G7 1990 Nápoles, etc.

⁸⁶¹ Protocolo NOx de Sofía. Anexo Técnico. Párrafo 11.

⁸⁶² Protocolo SOx de Oslo, Art. 2.4. Anexo IV. Tecnologías de Control para la Reducción de Emisiones de Azufre desde Fuentes Estacionarias. Párrafo 9.

⁸⁶³ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Art. 6.1.c.

⁸⁶⁴ Agenda 21, Párrafo 9.9; 9:12 h-j. 9:18 b y f.

⁸⁶⁵ Art. 2 a.i.

⁸⁶⁶ Preámbulo. Párrafo 22.

⁸⁶⁷ Vid. LEVY, M.A. (1995), pp. 60-61.

⁸⁶⁸ Vid. FRAENKEL, A.A. (1989). pp. 449-452.

⁸⁶⁹ Art. 2.a. del Protocolo VOCs de Aarhus.

Cabe destacar la indicación especial de aquellas áreas incluidas en el *Tropospheric Ozone Management Areas (TOMA)*⁸⁷⁰ o las Áreas de Gestión de Ozono Troposférico, que aplicarán la misma reducción que se especifican en el Protocolo asegurando que para 1999 las emisiones nacionales totales no superen los niveles de 1988. El Anexo I incluye *Lower Fraser Valley in the Province of British Columbia, Windsor-Quebec Corridor in the Provinces of Ontario and Quebec* y Noruega, quedando en definitiva Noruega (año base 1989) y Canadá (año base 1988).

Respecto del control de emisiones a vehículos a motor este Protocolo fue el primero en recomendar una serie de límites de emisiones de VOCs a este tipo de fuentes “domésticas” o internas dentro de cada Parte; restricciones que se actualizan con posterioridad en el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo⁸⁷¹. Asimismo el Protocolo de Aarhus de 1991 introduce límites a las concentraciones de algunos constituyentes de fuel⁸⁷², restricciones de límites permisibles, que se mantienen y actualizan en Gotemburgo 1999, para azufre, compuestos oxigenados e hidrocarburos⁸⁷³.

Cabe destacar que estas medidas han sido replicadas y profundizadas en muchos casos, por ejemplo por la Unión Europea, en la que han caído los contenidos de azufre desde 350 ppm de 1980 a 0.0 en 2009. Como puntualiza GILLESPIE⁸⁷⁴ el control de las emisiones de fuentes móviles se ha realizado fundamentalmente por medio de la utilización de tecnología; por ejemplo, la utilización de los convertidores catalíticos por algunos países desde 1973, medida que si bien no está dentro del mandato del Protocolo VOCs de Aarhus sí se destaca como procedimiento efectivo en

⁸⁷⁰ Art. 2.b donde las áreas incluidas en TOMA deberán “(i) Reducir sus emisiones anuales de COV de las áreas así se especifica en al menos un 30 por ciento para el año 1999, utilizando los niveles de 1988 como base o cualquier otro nivel anual durante el período 1984-1990, que se puede especificar a la firma del o adhesión al presente Protocolo; (ii) Asegurarse de que su total de emisiones nacionales anuales de COV en el año 1999 no superen los niveles de 1988”.

⁸⁷¹ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Anexo VIII. Valores límites para Nuevas Fuentes Móviles. Se establecen valores límites de emisiones de NOx, CO y Partículas para nuevas fuentes móviles como coches, vehículos de carga leve y carga pesada, motocicletas, etc. Para las emisiones de NOx el protocolo condiciona sus techos al tamaño y tipo de combustible del vehículo. En lo que respecta a las emisiones de Partículas Gotemburgo entrega valores estándar para vehículos de pasajeros y de transporte liviano, dependiendo de sus características técnicas; situación que se repite para los VOCs y CO.

⁸⁷² Protocolo VOCs de Aarhus, Art. 2.b.ii.

⁸⁷³ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo. Anexo 8. Valores Límites para Nuevas Fuentes Móviles. Tabla 8-10.

⁸⁷⁴ Vid. GILLESPIE, A. (2006), p. 203.

los avances alcanzados para el control de emisiones⁸⁷⁵ o la mención respecto de la necesidad de contar con el abastecimiento de combustible apto para este sistema en el Protocolo de Sofía de 1988⁸⁷⁶. En ambos protocolos se afirma la necesidad de un cambio de tecnología hacia la mejora de la calidad de las emisiones, como también del uso de transporte público, gestión eficiente del tráfico, etc.

Por su parte el **Protocolo sobre Reducciones Adicionales de las Emisiones de Azufre (Protocolo SOx de Oslo)**, de junio de 1994, adoptado en Oslo⁸⁷⁷ y que entra en vigor el 5 de agosto de 1998, comienza a gestarse en Ginebra durante el mes de marzo de 1991, ocasión en que se abren las conversaciones con el auspicio de UNECE. Las expectativas eran poder adoptar un acuerdo de reducción de óxidos de azufre a finales de 1993 reemplazando de algún modo al Club del 30%, el cual con la excepción del Reino Unido había sido firmado por la mayoría de los países europeos.

Este protocolo viene a introducir importantes cambios; por ejemplo, diferenciando los objetivos de reducción para las Partes respecto de la tolerancia de los ecosistemas al dióxido de azufre⁸⁷⁸. Se introduce así un enfoque basado en los efectos que este contaminante puede provocar. Conceptos como el de carga crítica, la mejor tecnología disponible, el ahorro de energía, la aplicación de instrumentos económicos son algunas de las consideraciones que se incluyen.

Al igual que en el Protocolo de Aarhus que crea TOMA, en este Protocolo designa el *Sulphur Oxide Management Areas* (SOMA) o Áreas de Gestión de Óxido de Azufre⁸⁷⁹.

Nótese que tanto en el Protocolo SOx de Oslo como en el de Protocolo REAO₃ de Gotemburgo⁸⁸⁰, que revisaremos más adelante, se introduce el principio de precaución dentro de su texto. Cabe recordar la trascendencia de la Declaración de Río

⁸⁷⁵ Protocolo VOCs de Aarhus, Anexo III nº 18.

⁸⁷⁶ Protocolo NOx de Sofía, Art. 4. " [...] el carburante sin plomo esté suficientemente disponible, en particular, casos, como mínimo, a lo largo de las principales rutas de tránsito internacional, para facilitar la circulación de vehículos equipados con convertidores catalíticos."

⁸⁷⁷ Protocolo a la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica a larga distancia, sobre reducciones adicionales de las emisiones de azufre, protocolo de 14 de junio de 1994 en Oslo (BOE núm. 150, de 24 de junio de 1998).

⁸⁷⁸ No todos los ecosistemas son semejantes ni en tipo ni en ubicación, por esta razón es que podemos observar que las obligaciones de reducción de SO₂ oscilaron entre un 80% para el Reino Unido y un 3% para Portugal, como figura en el Anexo II del protocolo.

⁸⁷⁹ Art. 2.3 c Protocolo SOx de Oslo; en el Anexo III se cataloga como zona SOMA al Sur Este de Canadá.

⁸⁸⁰ Protocolo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera: protocolo de 30 de noviembre de 1999 en Gotemburgo (BOE núm. 87, de 12 de abril de 2005).

de 1992⁸⁸¹, y su Principio 15 respecto de este Principio donde considera la necesidad de su aplicación cuando haya peligro de daño grave o irreversible.

El texto del Protocolo SOx de Oslo apunta la necesidad de:

“ [...] tomar medidas de precaución para prever, prevenir o minimizar las emisiones de contaminantes del aire y mitigar sus efectos adversos, convencidos de que cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para posponer tales medidas, teniendo en cuenta que las medidas preventivas para hacer frente a las emisiones de contaminantes del aire deben ser rentables ”⁸⁸²

Respecto de la inclusión de este Principio en los regímenes de contaminación del aire, cambio climático y capa de ozono, aunque existen las incertidumbres científicas, la existencia de las mismas no son suficientes para justificar la inacción; esperar hasta que la evidencia científica es concluyente, puede ser que sea esperar demasiado tiempo⁸⁸³.

Otra coincidencia que existe entre estos dos protocolos dice relación con la contaminación del aire proveniente de fuentes móviles. El control respecto de estas fuentes tiene su inicio en 1949 con la Convención sobre tráfico por carretera⁸⁸⁴ aunque en rigor hay que remontarse a 1926 con la Convención sobre tráfico a motor. En 1949 se trata esta contaminación como una cuestión internacional. En el ámbito internacional encontramos posteriormente en 1958 el Acuerdo sobre la Uniformidad de las Condiciones de los vehículos a motor, donde se ponían límites a las emisiones de monóxido de carbono (CO), siendo aplicado de diversas formas, dependiendo fundamentalmente de los tamaños y tecnologías, por las Partes⁸⁸⁵. Ahora bien luego de estos acuerdos, por décadas las medidas de control para este tipo de fuentes fueron aplicadas fundamentalmente internamente por cada Estado, hasta 1970 donde

⁸⁸¹ UN Doc. A/CONF.151/5/Rev.1.

⁸⁸² Protocolo SOx de Oslo, Preámbulo párrafos 3 y 4.

⁸⁸³ Vid. GILLESPIE, A. (2006), p. 153.

⁸⁸⁴ The United Nations Conference on Road and Motor Transport, 1949. *Internacional Protection of the Environment*, Vol XV. 7399. Ginebra 19 de septiembre de 1949. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre transporte por carretera y del motor fue convocada por el Secretario General de las Naciones Unidas, de conformidad con la resolución 147 B (VII) aprobado por el Consejo Económico y Social, el 28 de agosto 1948.

⁸⁸⁵ Agreement Concerning the Adoption of Uniform Condition of Approval and Reciprocal recognition of Approval for Motor Vehicle Equipment and parts. 1958, *Internacional Protection of the Environment*, XV, 7401.

la Unión Europea asume una postura común⁸⁸⁶, comenzando a ser asumida dentro de otros marcos como una problemática que requería de una acción⁸⁸⁷.

Cabe notar que tanto en el Protocolo SOx de Oslo como en el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, se reconoce a la contaminación por fuentes móviles que se originan dentro de cada Estado como un problema⁸⁸⁸.

En lo referente a las llamadas energías renovables el Protocolo SOx de Oslo, hace referencia al beneficio del uso de estas sobre el cambio climático y la contaminación del aire y las políticas que bajo el régimen ambiental de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, se aplicaran en esta dirección esperando “conduzcan a reducciones de las emisiones de azufre”⁸⁸⁹

Los siguientes protocolos que tienen como sede la ciudad danesa de Aarhus en junio de 1998, son el Protocolo MP de Aarhus⁸⁹⁰ y el Protocolo POPs de Aarhus.⁸⁹¹

Las metas previstas respecto de las cargas críticas traen evidentemente aparejadas importantes medidas y exigencias que como destacan las Partes, implican elevados costos económicos, razón por la cual se propone que los Estados deben

⁸⁸⁶ Véase algunos ejemplos: Council of Europe Committee of Ministers. Resolution (70)11. March 7, 1970. On the Co-Ordination of Efforts Made in Town and Country Planning in Air Pollution Control. *Internacional Protection of the Environment*, XV. 7532; Council Directive 72/306/EEC of 2 August 1972 on the approximation of the laws of the Member States relating to the measures to be taken against the emission of pollutants from diesel engines for use in vehicles; Commission Directive 77/102/EEC of 30 November 1976 adapting to technical progress Council Directive 70/220/EEC of 20 March 1970 on the approximation of the laws of the Member States relating to measures to be taken against air pollution by gases from positive- ignition engines of motor vehicles; Council of Europe Committee of Ministers. Council Directive on the Approximation of the Laws for Air Pollution [from] motor Vehicles. Reprinted *Internacional Protection of the Environment*, XV. 7565; Commission Directive 78/665/EEC. Reprinted in *Internacional Protection of the Environment*, XXIII 405; Commission Directive 2003/76/EC of 11 August 2003 amending Council Directive 70/220/EEC relating to measures to be taken against air pollution by emissions from motor vehicles.

⁸⁸⁷ Ejemplos de esta preocupación la podemos apreciar en la Cumbre del G7, de Bohn de 1985; o en Capítulo sobre el Transporte de la Agenda 21 para Europa, donde se reconoce su incidencia en las emisiones a la atmósfera y la necesidad de promover políticas para limitarlas, reducirlas o controlarlas por su daño a la atmósfera, a nivel local y nacional; o el Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development. (WSSD) A/CONF.199/L.1.

⁸⁸⁸ Protocolo SOx de Oslo. Preámbulo; Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo de 1999, Art. 6.1.e.

⁸⁸⁹ Protocolo SOx de Oslo. Preámbulo. Párrafo 13.

⁸⁹⁰ Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados de 24 Junio de 1998 en Aarhus (Dinamarca) (DO L 134 de 17.5.2001), p. 41/6

⁸⁹¹ Protocolo de la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia provocada por contaminantes orgánicos persistentes de 24 junio de 1998 en Aarhus (Dinamarca). (DO L 81 de 19.3.2004), p. 37/71

reducir la brecha entre la carga crítica y las consecuencias existentes de deposiciones ácidas en un 50% lo que denominan “50 % de reducción de brecha”.⁸⁹²

Cabe recordar como lo hacen PICKERING y OWEN⁸⁹³ que, a partir de 1980, se aprecia una reducción europea en las emisiones de óxido de azufre por derivados de combustibles fósiles como carbón y aceites originada por la utilización de fuentes de energías más limpias, como gas natural o energía atómica, y por la “desulfuración de gases de combustión” en fuentes estacionarias.

El Protocolo de Aarhus sobre metales pesados (Protocolo MP de Aarhus)

que entra en vigor el 29 de diciembre de 2003, focaliza el control a tres de estos elementos los cuales presentan elevados daños a la salud en caso de penetrar en el cuerpo humano⁸⁹⁴. Estos son: el cadmio (Cd), el plomo (Pb) y el mercurio (Hg). Dentro de las obligaciones básicas del documento las Partes tendrán que reducir sus emisiones de estos tres metales por debajo de sus niveles en 1990 o un año alternativo entre 1985 y 1995⁸⁹⁵. Básicamente este Protocolo va dirigido al control de emisiones originadas desde distintas fuentes, sugiriendo la utilización de las mejores técnicas

⁸⁹² Vid. PICKERING, K. T.; OWEN, L. A. (1997), p. 183. Como ejemplos de reducciones de emisiones de países europeos encontramos, un 50% de emisiones de SO₂ desde 1980 de Países Bajos y Bélgica; 70% en la antigua Alemania del oeste y Austria, etc. Cabe recordar la Decisión 81/462/CEE(8), la Comunidad forma parte de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia; o la Directiva 88/609/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1988 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión; la Directiva 84/360/CEE del Consejo, de 28 de junio de 1984, relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales (DO n° L 188 de 16/07/1984, p. 20-25); la Directiva 88/609/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1988 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (DO n° L 336 de 07/12/1988); la Directiva 94/66/CE del Consejo de 15 de diciembre de 1994 por la que se modifica la Directiva 88/609/CEE sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (DO n° L 337 de 24/12/1994); la Directiva 2001/80/CE relativa a la limitación de las emisiones de contaminantes a la atmósfera de grandes instalaciones de combustión (DO L 309 de 27.11.2001); Recomendación 2003/47/CE de la Comisión, de 15 de enero de 2003, sobre orientaciones para asistir a los Estados miembros en la elaboración de planes nacionales de reducción de emisiones en relación con las disposiciones de la Directiva 2001/80/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (DO n° L 16 de 22/01/2003); son algunas de las normativas que la Unión europea ha elaborado con el objetivo de disminuir las emisiones.

⁸⁹³ *Ibidem*, p. 183.

⁸⁹⁴ Como ya revisamos en el Capítulo I, una de las características más perjudiciales de este tipo de elementos es su capacidad de ser acumulado por la células. El Art. 1 del protocolo Define a los "metales pesados" como “aquellos metales o metaloides, y sus compuestos, que son estables y tienen una densidad superior a 4.5 g/cm³.”

⁸⁹⁵ Anexo I Protocolo MP de Aarhus.

disponibles (MTD),⁸⁹⁶ de las denominadas fuentes estacionarias⁸⁹⁷, como la industria del hierro y del acero, la industria de metales no ferrosos; los procesos de combustión que se producen en la generación de energía, o el transporte por carretera y la incineración de residuos. Asimismo las Partes deberá eliminar el plomo de la gasolina; y reducir las concentraciones de metales pesados de otros productos, como el mercurio⁸⁹⁸ en las baterías, etc.

En lo que respecta al control sobre los contaminantes orgánicos persistentes, existe una iniciativa en el seno de la OECD en 1992 estableciéndose un grupo de trabajo sobre dicho productos. En 1996, el Órgano Ejecutivo de la Convención estableció un Grupo de Trabajo Preparatorio que elaboró un texto completo de negociación que entre otras cosas entregaba una lista inicial de 107 sustancias, 16 de estas sustancias con carácter de prioritarias⁸⁹⁹. Es así como en 1998 se elabora el **Protocolo sobre contaminantes orgánicos persistentes (Protocolo POPs de Aarhus)**⁹⁰⁰ entrando en vigor el 23 de octubre 2003, cuyo objetivo final es eliminar los vertidos, emisiones y pérdidas⁹⁰¹ de estas 16 sustancias seleccionadas tomando en cuenta criterios de riesgo acordados. El listado de sustancias incluye once plaguicidas, dos productos químicos industriales y tres productos contaminantes. Dentro del texto

⁸⁹⁶ Vid. SAND, P. H. (2003), pp.333-334.

⁸⁹⁷ En el Art. 1 del Protocolo MP, se define como una "fuente estacionaria" se entiende todo edificio, estructura, planta, instalación o equipamiento fijo que emita o pueda emitir un metal pesado que figuran en el Anexo I, directa o indirectamente a la atmósfera.

⁸⁹⁸ Cabe destacar, la especial atención que se presenta en el control de emisiones de mercurio en cualquiera de sus formas o estados, básicamente debido a que este elemento se encuentra presente en distintas concentraciones y estados en una variedad de productos muchos de estos accesible a toda la población. El protocolo presenta un abanico de propuestas de gestión en productos que lo contienen: baterías, componentes eléctricos, dispositivos de medición como termómetros, manómetros, barómetros; lámparas fluorescentes, amalgamas dentales, pesticidas y pinturas, etc.

⁸⁹⁹ Vid. VALLACK, H.W., *et al.* (1998), "Controlling persistent organic pollutants-what next?". *Environmental Toxicology and Pharmacology*. (6):143-175, p. 144; LERCHE, D., *et al.* (2002), "Selecting chemical substances for the UN-ECE POP Protocol". *Chemosphere*. (47):617-630, p.617.

⁹⁰⁰ El Art. 1 del Protocolo POPs de Aarhus los define como: "sustancias orgánicas que: (i) poseen características tóxicas, (ii) son persistentes, (iii) se bioacumulan, (iv) son propensos a su transporte transfronterizo atmosférico a gran distancia y la deposición, y (v) son susceptibles de causar importantes daños adversos a la salud humana o el medio ambiente tanto cercanos a las fuentes y lejos de sus fuentes".

Vid. VALLACK, H.W., *et al.* (1998), p. 146. Dentro de este marco se considera "sustancia": una sola especie químicas, o un número de especies químicas que formar un grupo específico en virtud de (a) que tengan similares propiedades y que se emite conjuntamente en el medio ambiente o (b) la formación de una mezcla comercializada normalmente en un solo producto. Dependiendo de su movilidad en el medio ambiente, las PBT pueden ser de nivel local, regional o mundial.

⁹⁰¹ Como señala expresamente el Art. 2 del Protocolo "para controlar, reducir o eliminar las descargas, emisiones y pérdidas de contaminantes orgánicos persistentes".

encontramos la prohibición de la producción y el uso de algunos productos directamente: aldrina, clordano, clordecona, dieldrina, endrina, hexabromobifenilo, mirex y toxafeno. Asimismo, existen otros productos para los que se acuerda su eliminación posterior como el DDT, heptacloro, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados.

Por último, el Protocolo en su redacción inicial restringe severamente el uso del DDT, HCH (incluido el lindano) y PCB. El Protocolo contiene disposiciones para hacer frente a los residuos de productos que serán prohibidos. También obliga a las Partes a reducir sus emisiones de dioxinas, furanos, hidrocarburos aromáticos policíclicos y HCB por debajo de sus niveles en 1990 (o un año a elección de las partes entre 1985 y 1995). Asimismo, integra indicaciones respecto a la incineración de residuos municipales, peligrosos y médicos, estableciendo valores límite específicos.

Con posterioridad en diciembre de 2009, las Partes elaboran una enmienda a este Protocolo⁹⁰² con el fin de incluir 7 nuevas sustancias: el hexaclorobutadieno, el éter de octabromodifenilo, el pentaclorobenceno, éter de pentabromodifenilo, sulfonatos de perfluorooctano, naftalenos policlorados y parafinas cloradas de cadena corta. Del mismo modo, se revisaron las obligaciones para el DDT, heptacloro, hexaclorobenceno y los PCB, así como los valores límite de emisión (VLE) de la incineración de residuos⁹⁰³.

Cabe destacar que la relevancia de estas sustancias y su efecto perjudicial sobre el ser humano y su entorno ha llevado a elaborar otros acuerdos que si bien están fuera del marco de esta Convención y protocolos, están destinados a su control en distintos medios, áreas y amplitudes de las regiones que participan⁹⁰⁴.

⁹⁰² Enmienda al Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes de fecha 18 de diciembre de 2009, adoptado mediante las Decisiones 2009/1, 2009/2 y 2009/3. Asimismo, mediante la decisión 2009/4 las Partes acuerdan actualizar la orientación sobre las mejores técnicas disponibles para controlar las emisiones de los POPs en el Anexo V y a su vez parte de ella en un documento de orientación (ECE/EB.AIR/2009/14).

⁹⁰³ Tomando en cuenta las exigencias impuestas y con el objetivo de ayudar a que las Partes ratifiquen esta enmienda se introducen mecanismos más flexibles para aquellas Partes que no cuenten con los medios suficientes para introducir los cambios exigidos. En este sentido se flexibilizan los plazos para la aplicación de valores límite de emisión, como también para la utilización de las “mejores tecnologías disponibles” (MTD).

⁹⁰⁴ Como ejemplo dentro del ámbito regional encontramos: la Declaración de Esbjerg de la 4ª Conferencia Internacional sobre la Protección del Mar del Norte de junio de 1995; con posterioridad los objetivos de esta declaración han sido adoptados tanto por el Convenio sobre la protección del medio marítimo del Nordeste Atlántico (Convenio de París) y la Comisión de Helsinki de Convención

A escala global, existen países que utilizan más de uno de los POP incluidos dentro del Protocolo de Aarhus, por lo que hay que asumir la dificultad por parte de algunos países para su eliminación. Lo básico es entender si existen alternativas viables para los POPs. Y como destacan VALLACK, *et al.*⁹⁰⁵ cualquier eliminación de alguna sustancia POP debe acompañarse de una infraestructura respecto a su sustituto, como también de normativas y procedimientos para el seguimiento de su eliminación efectiva.

Si bien el Protocolo de Oslo de 1994 introduce importantes transformaciones respecto de los objetivos de disminución, como el asignarlos estudiando las condiciones particulares de cada región o ecosistema, definitivamente el **Protocolo de Gotemburgo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera (Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo)**, de noviembre de 1999⁹⁰⁶ fue más allá diferenciando las metas de NO_x, VOCs, amoníaco (NH₃) y SO₂⁹⁰⁷.

El Órgano Ejecutivo comienza las negociaciones para la creación de este nuevo texto en 1996, asumiéndose como objetivo la solución de uno o varios problemas ambientales, para lo que se requería la incorporación de múltiples contaminantes y múltiples efectos⁹⁰⁸.

El Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo que entró en vigor el 17 de mayo 2005, es el último de los ocho protocolos de este régimen y tiene como propósito final la reducción de la acidificación, la eutrofización y del ozono troposférico; y para tal efecto fija límites de emisión para el año 2010 tomando como base el año 1990 para cuatro contaminantes: SO_x, NO_x, COV y NH₃; orígenes principales de estos fenómenos.

para la Protección del Mar Báltico) y la Resolución de Barcelona del Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo contra la contaminación. O La Comisión para la cooperación ambiental (CCAAN) en el marco Acuerdo de Norte Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) varios Planes de Acción Regional de América del Norte (PARAN). En el plano global, destaca la Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes del 22 de mayo de 2001, (BOE núm. 151, de 23 de junio de 2004).

⁹⁰⁵ Vid. VALLACK, H.W., *et al.* (1998), pp. 150-155.

⁹⁰⁶ Protocolo sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera: Protocolo de 30 de noviembre de 1999 en Gotemburgo (BOE núm. 87, de 12 de abril de 2005).

⁹⁰⁷ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Art. 3. Anexo II Techos de Emisión (Enmienda diciembre 2005).

⁹⁰⁸ Vid. GILES CARNERO, R. (2001), "Un nuevo paso en la protección internacional de la atmósfera: el protocolo para la disminución de acidificación, la eutrofización y el ozono superficial de 1999", *Derecho y conocimiento*, N^o. 1, p. 67.

Ahora bien se espera que en el momento de su aplicación plena, las emisiones de azufre en Europa disminuyan al menos el 63%, las de NOx en un 41%, las de COV en un 40% y las de amoníaco en un 17% respecto a 1990.

Cabe tener en cuenta que los anteriores protocolos: de 1988, de 1991 y de 1994 de este régimen ya estaban destinados al control de estos contaminantes. En lo que atañe específicamente al control de las emisiones de SOx, en algún momento se consideró realizar una enmienda al Protocolo SOx de Oslo, y no incorporarlo directamente. Esta opción se descarta demostrando así, el sentido y objetivo último de este Protocolo, el control y reducción de determinadas sustancias que originan los fenómenos de acidificación, eutrofización y ozono troposférico.

El Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo de algún modo viene a congregar en un solo cuerpo los anteriores poniendo de algún modo de manifiesto la imposibilidad de aislar el tratamiento de dichos contaminantes, y la aplicación de medidas con efecto multi-efectos y multi-contaminantes en control de niveles de cargas críticas⁹⁰⁹. Y en este sentido si bien, los anteriores protocolos asignaban áreas como SOMA o TOMA, en Gotemburgo, además de la teoría de los límites críticos para los contaminantes en general, algunas zonas podrían ser señaladas por su sensibilidad a la contaminación del aire de alguno en particular. Para tales efectos se define un Área de Gestión de las Emisiones Contaminantes⁹¹⁰ o "*Pollutant emissions management area*" (PEMA), a diferencia de los anteriores protocolos donde se definen áreas especiales, Gotemburgo introduce como condición que la superficie *terrestre total sea de más de 2 millones de kilómetros cuadrados*⁹¹¹, estando la Federación Rusa⁹¹² dentro de esta condición.

⁹⁰⁹ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Párrafo 8.

⁹¹⁰ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo. Art. 1 nº 9, donde un área catalogada como PEMA es un lugar designado en el Anexo III con arreglo a las condiciones establecidas en el Art. 3, párrafo 9.

⁹¹¹ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo. Art. 3, párrafo 9. El que señala:

" [...] (A) Cuya superficie terrestre total es de más de 2 millones de kilómetros cuadrados;
(B) Cuyas emisiones anuales de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco y / o compuestos orgánicos volátiles compuestos que contribuyen a la acidificación, la eutrofización o la formación de ozono en las zonas bajo la jurisdicción Partes de uno o varios de los demás vienen principalmente en una zona bajo su jurisdicción que es incluida como AGECE en el Anexo III, y que hayan presentado documentación de conformidad con el párrafo (C) en este sentido;
(C) Que hayan presentado a la firma, ratificación, aceptación o aprobación, o adhesión a, el presente Protocolo de una descripción del ámbito geográfico de una o más AGECE correspondientes a uno o más contaminantes, con la documentación, para su inclusión en el Anexo III, y
(D) Que hayan especificado momento de la firma, ratificación, aceptación o aprobación, o adhesión a, el presente Protocolo, su intención de actuar de conformidad con el presente apartado".

⁹¹² Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Preámbulo, Párrafo 11.

Este Protocolo cuenta con cuatro anexos donde sugiere valores limitados para el contenido de azufre del combustible utilizado para fuentes fijas, y valores límites de las emisiones de COVs procedentes de fuentes fijas industriales y comerciales.

En el protocolo se establecen valores límites a fuentes estacionarias y móviles, como por ejemplo, instalaciones de combustión, de producción de electricidad, limpieza en seco, vehículos de transporte, asimismo se insta al uso de las mejores técnicas disponibles. Productos tales como pinturas o aerosoles contienen COVs por lo que también se imponen restricciones. En lo respecta a emisiones de amoníaco, la agricultura deberá asumir medidas concretas para disminuir sus emisiones⁹¹³. Asimismo se elabora una Guía de documentos sobre técnicas de reducción e instrumentos económicos para la reducción de la acidificación, eutrofización y ozono troposférico⁹¹⁴.

En lo que respecta a las reducciones de SO₂ el Protocolo presenta distintos objetivos de disminución que tienen como máximo el 90% de Alemania (de 5.313 a 550 ton entre los años 1990 y 2010); 83% para Reino Unido (de 3.731 a 625 ton entre los años 1990 y 2010); asimismo, se presenta un incremento de un 7% para Grecia (de 509 a 546 ton entre los años 1990 y 2010); y para EC un 75% (de 16.436 a 4.059 ton entre los años 1990 y 2010)⁹¹⁵.

En lo relativo a la reducción de los NOx, este Protocolo establece reducciones diferenciadas que van desde un 60% para Alemania (de 2.693 a 1081 ton entre los años 1990 y 2010) a un 0% para Armenia y Grecia. Reino Unido en cambio tiene la meta de reducción marcada en un 56% (de 2.573 a 1,181 ton entre los años

⁹¹² Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Anexo III.

⁹¹³ Estimaciones iniciales señalan que una vez que se aplique el protocolo, la zona de Europa, con niveles excesivos de acidificación se reducirá de 93 millones en 1990 a 15 millones de hectáreas. Que con niveles excesivos de eutrofización se reducirá de 165 millones en 1990 a 108 millones de hectáreas. Y número de días con niveles excesivos de ozono se reduciría a la mitad. En consecuencia, se estima que los años de vida perdidos como consecuencia de los efectos crónicos de la exposición al ozono será de unos 2,3 millones menor en 2010 que en 1990, y habrá alrededor de 47.500 muertes prematuras menos resultante de la capa de ozono y partículas suspendidas en el aire. La exposición de la vegetación a niveles excesivos de ozono será de 44% menos que en 1990. Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 12.11.2011, (http://unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm).

⁹¹⁴ Draf Guidance Documents on Control Techniques and Economic Instruments to The Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-Level Ozono ECE EB.AIR/1999/2; con posterioridad se revisa y adapta Guidance Document on Control Techniques for Preventing and Abating Emissions of Ammonia ECE/EB.AIR/WG.5/2007/13.

⁹¹⁵ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Anexo II. Techo de Emisiones. Tabla 1.

1990 y 2010). Respecto del conjunto de la Unión Europea se establece un 49, de 13.161 a 6.671 ton entre los años 1990 y 2010⁹¹⁶.

Bajo el Protocolo de Gotemburgo en lo que respecta a los VOCs se exigen metas diferenciadas de cumplimiento que van desde un 0% para Armenia, la cual ha disminuido sus emisiones 81 ton en 1990 a un 69% de reducción para Alemania (desde 3.195 ton de VOCs en 1990 a 995 ton en 2010). Para la región europea las estimaciones son de una reducción del 57% entre 1990 y 2010, esto significa de 15.353 a 6600 ton⁹¹⁷

Como destaca el mismo Protocolo este es el primero que trata de la reducción de compuestos nitrogenados, como el amoniaco NH₃⁹¹⁸. Su reducción tiene un objetivo de 15% dentro de la Unión Europea para 2010; se quiere reducir de 3.671 a 3.129 toneladas en 10 años. Para este contaminante también existe diferenciación, por ejemplo, Países Bajos debe reducir un 43% (desde 226 a 128 ton)⁹¹⁹.

Como ya destacamos en párrafos anteriores, este Protocolo, al igual que el Protocolo SOx de Oslo, integra un enfoque precautorio consagrado en el Principio 15 de la Convención de Río de Janeiro de 1992:

"Resuelto a tomar medidas para prever, prevenir o minimizar las emisiones de estas sustancias, teniendo en cuenta la aplicación del enfoque de precaución consagrado en el principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo"⁹²⁰

Aunque se incorpora este principio, del mismo modo se precisa que las medidas asumidas no tendrán que contraponerse a las reglas del libre mercado internacional⁹²¹.

Por su parte, los llamados Estándares de Calidad del Aire o "*Air Quality Standards*" (AQS), que generalmente han estado relacionados con las políticas y programas para el control de las emisiones y calidad de aire aplicadas a nivel nacional, comienzan a adquirir una relevancia internacional desde el momento en que la Organización Mundial de la Salud (cuyas suyas en ingles son WHO) publica la segunda edición de *Air Quality Guidelines* el año 2000, siendo muchos de sus lineamientos

⁹¹⁶ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Anexo II. Techo de Emisiones. Tabla 2.

⁹¹⁷ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Anexo II. Techo de Emisiones. Tabla 4.

⁹¹⁸ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Párrafo 19.

⁹¹⁹ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Anexo II. Techo de Emisiones. Tabla 3.

⁹²⁰ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Preámbulo, Párrafo 11.

⁹²¹ Vid. GILES CARNERO, R. (2001), p. 70.

adoptados por el Protocolo de Gotemburgo, donde se recomienda valores de AQS para Ozono troposférico de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sobre un período de 8 horas⁹²². Cabe destacar que algunos países van más allá de la WHO o el Protocolo de Gotemburgo aplicando valores más estrictos, como es el caso de Reino Unido⁹²³. Ahora bien, cabe notar que dentro del proceso de formación del ozono troposférico participan otros compuestos⁹²⁴ como los VOCs, de este modo los valores de ozono a menudo pueden ser contrarrestados por esta razón; estando muchos de estos compuestos, como el Benceno, monitoreados de manera individual, siendo objeto de fiscalización internacional desde 1971⁹²⁵, y con restricciones nacionales, es así como el año 1999 la WHO realizó nuevas recomendaciones que fluctuaban en un rango de entre 5.0 y 20.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En lo que atañe al uso de las energías renovables, como ya anotamos en párrafos anteriores, al igual que para la utilización de energía eficientes, se encuentra una alusión al respecto en el Preámbulo del Protocolo de Oslo de 1994. Ahora bien como destaca GILLESPIE⁹²⁶ tanto el régimen del cambio climático como el de contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, han aludido a los beneficios del uso de este tipo de energías, por lo que no extraña el desarrollo y el apoyo a estas fuentes ha sido recurrente tanto en ámbito doméstico como internacional; en el marco del CLRTAP encontramos, los Protocolos de 1988⁹²⁷, 1994⁹²⁸ y 1999⁹²⁹ donde se realizan referencias explícitas dentro de sus textos.

⁹²² Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Anexo I, III.

⁹²³ GEO 3, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Reino Unido se impone unos AQS para Ozono de 50 ppb.

⁹²⁴ Vid. Cap. I Apartado 5.1, 5.9.

⁹²⁵ En 1971 la Organización Internacional del Trabajo (OIT) o *Internacional Labor Organization* (ILO) aprobó una Recomendación en la cual entregaba una sugerencia sobre el techo de emisiones, el cual no debía sobrepasar las 25 ppm. ILO Recommendation Concerning Benzene. 1971, June 2 Recorded in *Internacional Protection of the Environment*, XXVIII. 374

⁹²⁶ Vid. GILLESPIE, A. (2006), pp. 207-208. Tanto China como Reino Unido se trazaron la meta de incrementar en un 10% este tipo de fuente energética para 2010.

En el año 2004 la UE definió como meta que al año 2020, el porcentaje de energías renovables deberá cubrir un 20 por ciento del consumo total de energía. Al año 2010 presentó 12,5%. El Consejo Europeo de marzo de 2007 aprobó un plan energético obligatorio que incluye un recorte del 20% de sus emisiones de dióxido de carbono antes del año 2020 y consumir más energías renovables para que representen el 20% del consumo total de la UE.

⁹²⁷ Protocolo NO_x de Sofía, Anexo Técnico. Párrafo 12.

⁹²⁸ Protocolo SO_x de Oslo, Art. 2.4. Anexo IV. Tecnologías de Control para la Reducción de Emisiones de Azufre desde Fuentes Estacionarias. Párrafo 9.

⁹²⁹ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Art. 6.1.c.

Fundamental para la valoración, cumplimiento y efectividad de un Protocolo respecto de sus metas, las que revisaremos mas adelante con detenimiento, es la imposición de un valor base, el cual se establece asignándolo con respecto a un año determinado, de este modo se asignaran metas de cumplimiento relacionadas con el los valores de emisiones de este “año base”.

Para tales efectos dentro del marco de la CLRTAP, los protocolos han utilizados dos mecanismos: la imposición de un año base flotante o fecha dentro de un set de años donde las Partes pueden elegir; o la asignación de un año específico para todas las Partes. Dentro del primer caso encontramos a los Protocolos de 1988⁹³⁰ y 1991⁹³¹, cabe destacar que este procedimiento es útil cuando las Partes o encuentran unanimidad respecto del año base a elegir. Dentro de la segunda opción encontramos por ejemplo al Protocolo SO_x de Oslo y el Protocolo RAO₃ de Gotemburgo, donde en ambos casos existe similitud en el año base elegido por las Partes, aunque no ocurre lo mismo con los targets en las disminuciones de emisiones⁹³².

Al respecto, y asumiendo la posibilidad de incorporar variaciones en los niveles de emisión y/o en los procedimientos utilizados en los anexos técnicos. El Protocolo RAO₃ de Gotemburgo, contempla el mecanismo de enmienda a determinados anexos (Art. 3). Estos procedimientos de enmiendas y ajustes se detallan en el Art. 13 del texto, donde se contempla que cualquier Parte puede proponer alguno de estos procedimientos, los que serán discutidos en la siguiente reunión de Órgano Ejecutivo⁹³³.

⁹³⁰ Protocolo NO_x de Sofía, Art. 2 donde se obliga a las Partes firmantes a no exceder las emisiones de 1987 “o cualquier año anterior a especificar a la firma o adhesión al Protocolo, [...]”.

⁹³¹ Protocolo VOCs de Aarhus, en su Art. 2.2.a y b; plantea la obligación de una reducción en las emisiones de VOCs sobre 30% para 1999, asumiendo como año de referencia uno entre 1984 y 1990. La mayoría de las Partes asumen el año 1988, salvo EEUU y Suiza que optan por 1989.

⁹³² Cabe destacar que en estos dos últimos además etapas en las reducciones diferentes adicionales, como ocurre en las metas de reducción de azufre para los años 2000 y 2005 finalizando el 2010. Protocolo de Oslo de 1994.

⁹³³ Ahora bien, dependiendo del anexo a modificar el procedimiento cambiará. Por ejemplo, el Anexo I, que dice relación con las cargas críticas y los niveles, requiere del consenso del las Partes presentes en el Órgano Ejecutivo, entrando en vigor sin requerir otro tipo de consentimiento, 90 días después de su notificación a las Partes, con la posibilidad de ser evadida por alguna Parte, si notifica al Depositario, en un plazo de 90 días después de ser notificada. Asimismo, en caso de oposición de al menos 16 Partes, se detiene la efectividad de esta nueva enmienda.

En cambio, para enmiendas a los Anexos II al IX, referidos entre otras cosas: a límites de emisiones, designación de áreas de emisiones contaminantes, plazos de cumplimientos de reducción, etc. Se requiere del consenso de las Partes presentes en la sesión de Órgano Ejecutivo, entrando en vigor para las Partes que lo hubieren aceptado 90 días después de que dos tercios de las Partes que lo hubiesen

2.2. Mecanismos de control de cumplimiento

En la CLRTAP, las Partes han reconocido la necesidad de que se prevean mecanismos de control separados para cada protocolo. Esto se debe básicamente a que las Partes consideraron en su momento improbable que un mecanismo de resolución de controversias se aplicaría en relación con el incumplimiento de las disposiciones de los protocolos individuales. Otra razón esgrimida es la complejidad de establecer el impacto ambiental en una Parte en particular, pues se considera la solución de controversias un procedimiento fundamentalmente bilateral; partiendo de la base que el mecanismo de cumplimiento serviría a los intereses de las Partes, en general, mientras que un procedimiento de solución de diferencias parece ser intrínsecamente de carácter bilateral⁹³⁴.

A partir del Protocolo SO_x de Oslo se comienza a incluir dentro del texto artículos que dicen relación con un mecanismo institucional específico para el control de la aplicación y cumplimiento. Es así como en este Protocolo, en su Art. 7, se regulan las obligaciones de las Partes.

Por su parte, tanto el Protocolo MP de Aarhus, el Protocolo POPs de Aarhus, como el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, en sus Arts. 9, 11 y 9, respectivamente, establecen este mecanismo de control como instrumento para la revisión periódica del cumplimiento de las obligaciones asumidas por las Partes en el ámbito de los protocolos.

Previo a la creación de este Comité de Aplicación y a la inclusión expresa en los textos del Protocolo SO_x de Oslo y sucesivos protocolos del procedimiento de cumplimiento, tanto el Protocolo SO_x de Helsinki, de 8 julio 1985, como el Protocolo NO_x de Sofía, de 1 de noviembre de 1988, y el de Aarhus de 18 noviembre de 1991, solo contemplaban la exigencia a las Partes del continuo seguimiento de las medidas y políticas implementadas, con una comunicación anual al Órgano Ejecutivo donde se informa del estado de la aplicación del protocolo.

consentido. Existiendo la posibilidad de aceptación posterior de alguna Parte posterior a su entrada en vigor.

⁹³⁴ Vid. KUOKKANEN, T. (2006), "Practice of Implementation Committee under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution", en BEYERLIN, U., STOLL, P.T.; WOLFRUM, R. (edited) (2006), p. 41; KUOKKANEN, T. (2008), "The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution", en ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (Ed.) (2008), "Making Treaties Works". *Human Rights, Environment and Arms Control*. (First published 2007 Reprinted 2008), Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, p. 165.

Como ya señalamos en párrafos precedentes el Comité de Aplicación fue creado por el Órgano Ejecutivo en 1997 para revisar todos los protocolos de la Convención, y está integrado por nueve Partes de la Convención, donde cada miembro, de acuerdo con el mandato debe ser parte de al menos un protocolo.

El mecanismo por el cual se activa el procedimiento de no cumplimiento puede proceder de la presentación por las Partes o por referencias de la Secretaría, requiriéndose siempre contar con los antecedentes necesarios que lo respalden. En el primer caso, la presentación puede ser realizada por una o más Partes en contra de otra Parte⁹³⁵; o también, una Parte puede hacerlo respecto de sí misma, si considera que “pese a sus esfuerzos” no puede o no podrá cumplir con los requerimientos de un protocolo⁹³⁶; en ambos casos los antecedentes que avalan el procedimiento serán entregados a la Secretaría. En el segundo caso, el procedimiento surge de la Secretaría, cuando luego de considerar que una Parte no será capaz de cumplir los requerimientos acordados en el marco de un protocolo, y luego de entregar un plazo para su aclaración, mantiene su análisis inicial⁹³⁷.

Ahora bien, cabe notar que este procedimiento cuenta con un actor clave, la Secretaría, y con garantías impuestas por la norma que lo rige. Si nos detenemos en el primer camino señalado, cuando existe la presentación por una Parte, esta deberá aportar los antecedentes por escrito a la Secretaría que confirmen el incumplimiento; por su parte, la Secretaría dispondrá de un plazo de dos semanas para comunicar y enviar copia de la presentación a la Parte denunciada, la que contará con tres meses o más, en caso fundado, para devolver los antecedentes a la Secretaría la cual una vez corrobore la información la envíe al Comité de Aplicación el cual deberá resolver a la brevedad.

Cuando sea la misma Parte afectada, la que active el procedimiento, deberá adjuntar la información donde considera y explica las razones de su incumplimiento a la Secretaría la que deberá transmitirla al Comité.

En el caso que el procedimiento surja de la Secretaría, esta enviará primeramente la información que sustenta su acción a la Parte afectada, la que

⁹³⁵ Decisión 2006/2 párrafo 4(a).

⁹³⁶ Decisión 2006/2 párrafo 4(b).

⁹³⁷ Decisión 2006/2 párrafo 5.

contara con tres meses para contestar. De este modo si la Secretaria sigue manteniendo su consideración deberá transmitir al Órgano Ejecutivo todos los antecedentes con los que cuenta y los que le llevan a utilizar este procedimiento por el incumplimiento de una Parte, paralelamente el Comité de Aplicación deberá examinar la cuestión lo antes posible.

En lo que atañe a las recomendaciones que entrega en cada caso el Órgano Ejecutivo, en general, como apunta KUOKKANEN⁹³⁸ han considerado tres elementos principalmente: el incumplimiento, el apremio a que la Parte cumpla lo antes posible y la solicitud de información periódica acerca del avance o progreso en este proceso al Comité de Aplicación. Asimismo, cabe destacar, como el autor lo hace, los distintos énfasis que tanto el Órgano Ejecutivo como el Comité de Aplicación utilizan en sus recomendaciones empleando expresiones como: "expresar su decepción", "nota con preocupación", "preocupados", o "encarecidamente" con la meta de lograr que la Parte cumpla el protocolo.

De acuerdo con el Párrafo 9 de la Decisión 2006/2 el Comité de Aplicación debe presentar al Órgano Ejecutivo un informe, al menos una vez al año, sobre sus actividades, y hacer las recomendaciones que considere apropiadas, teniendo en cuenta el cumplimiento de los protocolos por las Partes, informes que serán analizados y que pueden originar la toma de medidas por parte del Órgano Ejecutivo.

El mandato del Comité de Aplicación le asigna la responsabilidad en la revisión del cumplimiento de los protocolos por las Partes, requiriendo periódicamente informes a las mismas. Las Partes están obligadas a informar, sobre las estrategias y políticas utilizadas para como mecanismo para la reducción de las emisiones, y la información sobre sus emisiones.

Ahora bien, en lo que atañe a la información sobre las estrategias y políticas, el Comité examina tanto la puntualidad como la exhaustividad de la información; en este sentido se aprecia en general, cumplimiento en la entrega de informes completos, pero fuera de plazo, con una notable mejora en los últimos años.

En lo respecta a los datos requeridos sobre las emisiones, también se observa una mejora considerable en la calidad de los informes nacionales en los

⁹³⁸ Vid. KUOKKANEN, T. (2006), pp. 45-46.

últimos años, a pesar de que existen datos desiguales entre las Partes en la longitud, profundidad y contenido de los mismos.⁹³⁹

De acuerdo al Párrafo 3 de la Decisión 2006/2, las principales funciones del Comité de Aplicación serán como destaca MILANO⁹⁴⁰ promover y garantizar el cumplimiento por todas las Partes, de las obligaciones que demandan los protocolos de la Convención, siendo su labor eminentemente non-conformacional, no contenciosa y de naturaleza transparente. Y para tal efecto revisará periódicamente el cumplimiento de los protocolos por las Partes, como también los requisitos de información de los mismos; considerará cualquier remisión, que se realice por alguna Parte o por la Secretaría; podrá, si lo considera necesario, previo a la adopción de un informe o recomendación sobre la presentación o remisión, solicitar que los datos comunicados por una Parte sean evaluados por un organismo técnico pertinente y/o, por un experto designado por la Mesa del Órgano Ejecutivo, y, por último, preparará, a petición del Órgano Ejecutivo, y sobre la base de cualquier experiencia relevante en el desempeño de sus funciones y conforme a sus responsabilidades, un informe sobre el cumplimiento o ejecución de las obligaciones específicas en un protocolo concreto.

Desde el año 2000 han sido tramitados por el Comité de Aplicación distintos casos correspondientes a diferentes tipos de incumplimientos, los que dicen relación fundamentalmente por no cumplimiento en reducción de emisiones y por la entrega de informes. Se aprecia que la iniciativa en el inicio del mecanismos de incumplimiento básicamente tiene dos fuentes: la Secretaria y la propia Parte que da cuenta de la imposibilidad de cometer del modo que lo requiere un protocolo(s). Cabe destacar que el incumplimiento viene dado generalmente por la falta de tecnología y medios adecuados⁹⁴¹.

Nótese que la Parte en incumplimiento debe realizar reportes periódicos, establecer un calendario donde indique el año en el cual espera lograr el cumplimiento del protocolo, aquellas medidas destinadas a este fin con fechas y pasos para

⁹³⁹ Vid. KUOKKANEN, T. (2006). "Practice of Implementation Committee under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution", en BEYERLIN, U., STOLL, P.T.; WOLFRUM, R. (Ed.) (2006), pp. 42-43.

⁹⁴⁰ Vid. MILANO, E. (2009), p. 172.

⁹⁴¹ Vid. KUOKKANEN, T. (2006). p. 44. El autor destaca distintas razones, como por ejemplo, el caso de Noruega con Protocolo VOCs cuya razón principal para la dificultad en la reducción de estas emisiones radica en la amplitud del litoral con el que cuenta, lo que dificulta el desarrollo de tecnología necesaria para la medición de los índices. El caso de Irlanda viene dado por el rápido crecimiento económico a partir de la década de 1990 provocando un aumento considerable de emisiones de VOC.

finalmente cumplir con la reducción de emisiones que obliga el protocolo suscrito, y por el cual se encuentra en esta condición de “Parte incumplidora”. Toda esta obligatoriedad y estos procedimientos que son de un nivel elevado de exigencia, van destinados a lograr una “presión” adicional de manera de obtener resultados prontos y satisfactorios.

El Órgano Ejecutivo revisa cada año los informes emitidos por la Parte evaluando los avances y emitiendo las recomendaciones que considere oportunas. De esta manera el Consejo considerará el momento en que la Parte ya no requiera de la continuidad del Comité de Aplicación en el proceso de incumplimiento, continuando así únicamente con las revisiones a los informes que las Partes deben periódicamente despachar.

Realizando una revisión de los casos citados en la Tabla Nº 15 la cual reúne la mayoría de los casos abiertos desde el año 2000, o como KUOKKANEN⁹⁴² los denomina “*in-depth reviews*” podemos apreciar que se han abierto casos por incumplimiento en los protocolos: NO_x de Sofía, VOCs de Aarhus, SO_x de Oslo, MP de Aarhus en particular cadmio y mercurio, Protocolo POPs de Aarhus, y respecto del Protocolo RAO₃ de Gotemburgo.

Por su parte, MILANO⁹⁴³ destaca doce casos relacionados con el cumplimiento por parte de las Partes de obligaciones sustantivas, de los cuales 6 fueron auto-presentaciones y 6 fueron remitidos por la Secretaría. En 7 de los 12 casos, el Comité de Aplicación y, posteriormente, el Órgano Ejecutivo, ha concluido que el incumplimiento se produjo en un momento determinado en el tiempo, casos en los cuales se encuentra: Noruega, Finlandia, Italia, Grecia, Irlanda y España⁹⁴⁴. En el

⁹⁴² *Ibidem*, p. 46.

⁹⁴³ *Vid.* MILANO, E. (2009), pp. 179-180.

⁹⁴⁴ *Vid.* SZÉLL, P., KEIZER, V.; KUOKKANEN, T. (2005), “Compliance and consensus”, en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005), p. 122. Por ejemplo, la razón principal del fracaso de Noruega para reducir sus emisiones de VOC de acuerdo con el Protocolo de 1991 VOC fue el retraso en el desarrollo de las tecnologías necesarias para controlar las emisiones en el sector petrolero en alta mar, que era responsable de una gran parte de las emisiones de Noruega. En Irlanda, el importante crecimiento económico en la década de 1990 provocó un aumento considerable en las emisiones de COV. Para el caso de Finlandia, la mayor fuente de emisiones de COV era el transporte por carretera, debido a la recesión económica de principios de la década de 1990, renovación de su flota de vehículos fue más lenta de lo previsto, lo que impidió la reducción de emisiones previstas. El sector de fuentes móviles fue una de las causas principales en los casos de Italia, Grecia y España. Asimismo, como destacan los autores, un problema recurrente ha sido ha sido la incertidumbre y/o inexactitud de los datos nacionales en muchos casos.

caso particular de Suecia, como resultado de una reevaluación realizada en 2003 respecto del Protocolo sobre VOC, los datos de emisiones y el método de cálculos mostraron que Suecia había estado en el cumplimiento de las obligaciones desde el primer momento. Lo mismo se aplica a Luxemburgo con respecto a sus obligaciones bajo el mismo Protocolo.

En general las presentaciones y referencias manejadas por el Comité hasta el momento han sido no contenciosas en su naturaleza. Las Partes involucradas no han puesto en duda el hallazgo de incumplimiento, sino que han tratado de explicar los antecedentes y los factores que llevaron al no cumplimiento.

Ahora bien, cabe detenerse en varias consideraciones como por ejemplo el importante porcentaje de incumplimiento en los primeros años respecto del Protocolo de 1991 sobre VOC lo que contrasta con el cumplimiento total por las Partes del Protocolo sobre óxidos de azufre de 1985 y por la mayoría en el caso de Protocolo de 1988 sobre óxidos de nitrógeno. Con posterioridad se aprecia el relevante porcentaje respecto de los casos surgidos del protocolo 1998 sobre POPs. Asimismo, respecto a los informes anuales se contabiliza un nivel de incumplimiento relevante más aún si consideramos que esta situación se presenta en prácticamente la totalidad de los protocolos y en distintos años, aunque no podemos de dejar de destacar que tanto el Órgano Ejecutivo como el Comité de Aplicación han impuesto paulatinamente mayores exigencias y rigurosidad en la presentación de los mismos⁹⁴⁵.

Asimismo, cabe notar que en general los acuerdos ambientales, y en éste régimen muy en particular, los aspectos técnicos de revisión de cumplimiento de sus protocolos tratan de cuestiones técnicas complejas, lo que necesariamente implicará que la evaluación del cumplimiento de las obligaciones que contienen depende en gran medida de hacer juicios técnicos⁹⁴⁶.

Si recordamos, el Protocolo SOx de Helsinki es considerado especialmente rígido al imponer una meta concreta a cumplir. En cambio, a partir del Protocolo NOx de Sofía el régimen entrega instrumentos que otorguen mayor flexibilidad para lograr

⁹⁴⁵ Vid. ECE/EB.AIR/2007/3 de 26 Septiembre 2007, sobre Compliance with Protocol Obligations y a la ECE/EB.AIR/2008/3 de 21 de Octubre de 2008, sobre Compliance with Protocol Obligations.

⁹⁴⁶ En el apartado 4.2.1. del Capítulo II, tratamos algunas de las obligaciones impuestas por los regímenes y el de la Convención LRTAP en particular.

el cumplimiento de los acuerdos alcanzados. Al respecto encontramos distintas vías que más que paralelas pueden ser complementarias al momento de su aplicación.⁹⁴⁷

Siendo algunas de estas medidas, por ejemplo, la alternativa de año base, permitida por los protocolos sobre NOx de Sofía, sobre VOCs de Aarhus, sobre POPs de Aarhus y sobre MP de Aarhus, o el reconocimiento a países que cuentan con un gran territorio emisiones relativamente bajas a los cuales se le otorgan medidas especiales en las obligaciones de reducción de emisiones, modificaciones que han sido posible con el enfoque de gestión de la zona, o el concepto de los flujos transfronterizos.⁹⁴⁸

Otro mecanismo facilitador es la imposición individual de techos nacionales de emisión, incluidos en el Protocolo sobre azufre de 1994 y en el Protocolo de Gotemburgo de 1999. Este elemento se basa en la optimización de la relación costo-efecto de acuerdo a los niveles científicos y tecnológicos con los que se cuenta, tomando en cuenta otros factores como los costos de reducción, los patrones de deposición, la salud humana y la sensibilidad y afectabilidad de los ecosistemas eventualmente afectados. La optimización va dirigida a lograr los objetivos de calidad ambiental y la salud humana en Europa en el costo total más bajo. Cabe destacar que en la medida que este enfoque sea aplicado por más países, su beneficio será mayor.

Por su parte, América del Norte – Canadá y EEUU - han desarrollado regímenes especiales bajo el Protocolo SOx de Oslo y Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, básicamente debido a que el intercambio de sustancias acidificantes entre Europa y América del Norte es limitado y no forman parte de los países dentro del área cubierta por EMEP. A pesar de ello, los Estados Unidos no ratificó el Protocolo SOx de Oslo.

Otra figura es la que encontramos en los Protocolos de Aarhus de 1998 sobre contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados, donde quedan exentos del cumplimiento respecto de un contaminante específico, después de cumplir con todas sus obligaciones en las mejores técnicas disponibles para ese

⁹⁴⁷ Vid. SZÉLL, P., KEIZER, V.; KUOKKANEN, T. (2005), "Compliance and consensus", en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005), pp. 125-128.

⁹⁴⁸ Tanto en el Protocolo VOC de Aarhus, el Protocolo SOx de Oslo, como en el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, encontramos estos conceptos integrados. Vid. SZÉLL, P., KEIZER, V.; KUOKKANEN, T. (2005), "Compliance and consensus", en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005), p 126. Dinamarca es ejemplo de la utilización de estas vías, fue Parte del Protocolo sobre azufre de 1994 en virtud de una exención temporal que le permitía descuentos previstos a corto plazo por problemas en el suministro de energía.

contaminante⁹⁴⁹.

Otra medida aplicada es la imposición de diferentes escalas de tiempo específicas para los países con economías en transición, como se aprecia en el Protocolo POPs de Aarhus⁹⁵⁰ y el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo⁹⁵¹.

Tabla Nº 15
Casos implementados por el IC desde 2000

	Parte	Protocolo	Obligación	Referencia de Inicio	IC/EC Acción
1	Eslovenia	1994 SOx	Art. 2.5(b), Valor Límite	Propia	EB Decisión 2000/1, 2004/5
2	Noruega	1991 VOC	Art. 2.2, Reducción Emisión (ref.1/01)	Propia	EB Decisión 2001/1, 2002/2, 2003/1, 2004/6, 2005/2, 2006/4, 2007/2, 2008/2, Cumplimiento
3	Finlandia	1991 VOC	Art. 2.2, Reducción Emisión	Propia	EB Decisión 2001/2, 2002/3, Cumplimiento
4	Italia	1991 VOC	Art. 2.2, Reducción Emisión	Propia	EB Decisión 2001/3, 2002/4, 2003/3, 2005/3 Cumplimiento
5	Suecia	1991 VOC	Art. 2.2, Reducción Emisión	Propia	EB Decisión 2002/5, 2003/4, Cumplimiento
6	Grecia	1988 NOx	Art. 2.2, Reducción Emisión (ref.2/02)	Secret.	EB Decisión 2002/6, 2003/5, 2004/7, 2005/4, 2006/5, 2007/3, 2008/3, 2009/6, 2010/3
7	Irlanda	1988 NOx	Art. 2.2, Reducción Emisión	Secret.	EB Decisión 2002/7, 2003/6, 2004/8, 2005/5, Cumplimiento
8	España	1988 NOx	Art. 2.2, Reducción Emisión (ref.4/02)	Secret.	EB Decisión 2002/8, 2003/7, 2004/9, 2005/6, 2006/6, 2007/4, 2008/4, 2009/7, 2010/4
9	Luxemburgo	1991 VOC	Art. 2.2, Reducción Emisión	Secret.	EB Decisión 2004/11 Cumplimiento
10	España	1991 VOC	Art. 2.2, Reducción Emisión (ref.6/02)	Secret.	EB Decisión 2004/10, 2005/7, 2006/7, 2007/5, 2008/5, 2009/8, 2010/5
11	Dinamarca	1998 POPs	Art. 2.2, Reducción Emisión (ref.1/06)	Propia	EB Decisión 2006/8, 2007/6, 2009/9, 2010/6
12	Islandia	1998 POPs	Art. 2.2, Reducción Emisión		EB Decisión 2006/9, Cumplimiento

⁹⁴⁹ Protocolo POPs de Aarhus, Art. 3.7. "Where a Party, after the application of paragraph 5 (b) above, cannot achieve the requirements of paragraph 5 (a) above for a substance specified in annex III, it shall be exempted from its obligations in paragraph 5 (a) above for that substance". Protocolo MP de Aarhus, Art. 3.6. "A Party that, after applying paragraphs 2 and 3 above, cannot achieve the requirements of paragraph 1 above for a heavy metal listed in annex I, shall be exempted from its obligations in paragraph 1 above for that heavy metal."

⁹⁵⁰ Anexo I y II.

⁹⁵¹ Anexo IX C y D.

	Parte	Protocolo	Obligación	Referencia de Inicio	IC/EC Acción
13	Islandia, Liechtenstein, Luxemburgo, Rumania		Reportar estrategias y políticas *	Secret.	EB Decisión 2007/7, 2007/9
14	Chipre	1988 NOx	Art. 2.2, Reducción Emisión (ref.1/08)		EB Decisión 2008/7,2009/10,2010/7
15	Liechtenstein		Reportar Emisiones *	Secret.	EB Decisión 2007/10,2008/8
16	Luxemburgo	**	Reportar Emisiones	Secret.	EB Decisión 2008/9
17	Grecia, Rumania		Reportar Emisiones *	Secret.	EB Decisión 2008/10
18	Liechtenstein, Luxemburgo		Reportar estrategias y políticas *	Secret.	EB Decisión 2008/12
19	Grecia, Latvia, CE		Reportar estrategias y políticas *	Secret.	EB Decisión 2008/13
20	Estonia, Francia, Italia, Mónaco		Reportar estrategias y políticas *	Secret.	EB Decisión 2008/14
21	Moldavia, Rusia		Reportar estrategias y políticas *	Secret.	EB Decisión 2008/15
22	Islandia	1998 POPs	Reportar emisiones	Secret.	EB Decisión 2009/11
23	Moldavia	1998 HM, 1998 POPs	Reportar emisiones	Secret.	EB Decisión 2009/12
24	Chipre	1998 HM	Cumplimiento (Cadmio) (ref. 1/10)	Secret.	EB Decisión 2010/8
25	Chipre	1998 HM	Cumplimiento (Mercurio) (ref. 8/10)	Secret.	EB Decisión 2010/9
26	Croacia, Estonia, Alemania, Italia, Latvia	1998 POPs	Cumplimiento (ref. 7/10, 2/10, 5/10, 10/10, 3/10, 11/10)	Secret.	EB Decisión 2010/10

Fuentes: UNECE. Algunos de los casos de implementación del IC más relevantes desde 2000 ECE/EB.AIR/2008/3

*Las distintas Decisiones hacen referencia a una serie de incumplimientos en los distintos protocolos y años. Recurriendo a la ECE/EB.AIR/2007/3 de 26 Septiembre 2007, sobre Compliance with Protocol Obligations y a la ECE/EB.AIR/2008/3 de 21 de Octubre de 2008, sobre Compliance with Protocol Obligations, dependiendo en cada caso la fecha de inicio del expediente.

** El Incumplimiento se produce respecto de distintos protocolos y años.

Después de 1991, los protocolos han permitido la utilización de estrategias alternativas, que en algunos casos han ocasionado que una Parte abandone la vía de utilización de mejor tecnología para cumplir sus obligaciones, siempre que con las reducciones equivalentes se alcanzan los objetivos globales de reducción. Así, una Parte estará exenta de cumplir con su obligación de reducción general, siempre y cuando cumpla con todas sus obligaciones de mejor tecnología disponible, o estará exenta de la aplicación de las obligaciones de las mejores técnicas disponibles, siempre que sus objetivos globales de reducción se sigan cumpliendo⁹⁵². Todos los anexos que describen las mejores técnicas disponibles se refieren a la necesidad de actualizar las descripción de este concepto regularmente, habiéndose realizado este procedimiento

⁹⁵² Vid. SZÉLL, P., KEIZER, V.; KUOKKANEN, T. (2005), "Compliance and consensus", en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005), p 127. Como recuerdan, el uso de ambos enfoques, orientados a la tecnología y a los objetivos globales de las emisiones, ha sido utilizado en los Países Bajos desde 1984.

para el Protocolo NO_x de Sofía y para el Protocolo POPs de Aarhus mediante las Enmiendas al texto y los Anexos i, ii, iii, iv, vi y viii del Protocolo de fecha 18 de diciembre de 2009 (que aún no han entrado en vigor).

2.3. Mecanismos de solución de controversias

En lo que respecta a los mecanismos de solución de controversias, tanto el Protocolo SO_x de Helsinki (Art. 8) como el Protocolo NO_x de Sofía (Art. 12) y el Protocolo VOCs de Aarhus (Art. 12), se refieren a esta eventualidad de manera muy general y escueta, señalando en su texto respecto de esta situación

“Si surge una controversia entre dos o más Partes sobre la interpretación o aplicación del presente Protocolo, las Partes tratarán de resolverla mediante negociación o por cualquier otro método de solución de controversias aceptable para las Partes en la controversia”.

A partir del Protocolo SO_x de Oslo⁹⁵³ la referencia a esta situación se aborda de manera más detallada y se indican los mecanismos a utilizar en caso de que las negociaciones entre las Partes no lleguen a buen término. Asimismo las Partes deberán reconocer al menos uno de estos dos medios de solución de controversias: la presentación de la controversia a la Corte Internacional de Justicia (CIJ) o el arbitraje. Y en caso de que las Partes hayan aceptado el mismo medio de solución de controversias y luego de 12 meses no hayan logrado solucionarla de otra manera, la controversia será sometida, a petición de cualquiera de las Partes al mecanismo elegido.

En caso de que las Partes no coincidan, se deberán someter a una comisión de conciliación, la que estará integrada por un número igual de miembros nombrados por cada Parte interesada y un presidente elegido conjuntamente por los miembros designados. La comisión emitirá un laudo recomendatorio, que las Partes examinarán de buena fe.

Asumiéndose el mismo procedimiento en el Protocolo POPs de Aarhus (Art. 12), el Protocolo MP de Aarhus (Art. 11) y el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo (Art. 11), contienen en su texto procedimientos de solución obligatoria de disputas, a menos

⁹⁵³ El Art. 9.1 de este protocolo señala expresamente que “En el caso de una controversia entre dos o más Partes sobre la interpretación o aplicación del presente Protocolo, las Partes interesadas tratarán de resolver la controversia mediante negociación o cualquier otro medio pacífico de su elección. Las Partes en la controversia deberán informar al Órgano Ejecutivo de la controversia.”

que las Partes en disputa hayan aceptado el arbitraje o la presentación del caso a la CIJ, como medio obligatorio de solución de controversia⁹⁵⁴. Por último, nótese que hasta la fecha no ha sido utilizado este mecanismo para ningún protocolo.

2.4. Intercambio de información y mecanismos de asistencia científica y técnica

En el régimen de la CLRTAP desde la celebración de la Convención en 1979, el intercambio de información, como también los mecanismos de asistencia técnica y científica, se han constituido en pieza clave para su funcionamiento y desarrollo.

En lo que atañe al intercambio de información, la podemos apreciar en dos sentidos. Por una parte, con el papel que desarrolla el EMEP, tanto en la recolección como en la transmisión de información y, por otra, con la información requerida a las Partes, que se encuentra explicitada en los textos tanto de la Convención como de los protocolos.

El *“European Monitoring and Evaluation Programme”* (EMEP)⁹⁵⁵, entrega datos respecto de las emisiones a nivel nacional, mediante la utilización de modelos de condiciones meteorológicas y de química atmosférica. En la medida en que el programa logra información sobre la *“importancia relativa”* de las fuentes locales y distantes, se orienta a las autoridades nacionales al establecimiento de adecuados niveles permisibles de emisiones locales y regionales.

En lo que atañe al intercambio de información exigida a las Partes incluidas en los instrumentos multilaterales, si nos remitimos al texto de la Convención podemos encontrar en su Art. 3 la referencia a la comunicación e intercambio de información entre las Partes como medio para la elaboración de políticas que ayuden a cumplir el propósito del instrumento elaborado. Siendo más específico su Art. 8 el cual se ocupa de este asunto entregando dos vías para este intercambio, dentro del marco del Órgano Ejecutivo o bilateralmente⁹⁵⁶. Se insta a intercambiar información sobre datos de emisiones en períodos de tiempo acordado, respecto de contaminantes

⁹⁵⁴ Vid. KUOKKANEN, T. (2008), *“The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution”*, en ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (Ed.) (2008). p. 165.

⁹⁵⁵ Vid. SCHNEIDER, T.; SCHNEIDER, J. (2004), p. 31. Una de los principales objetivos del programa EMEP es proporcionar información a los gobiernos sobre el estado de deposición y la concentración de contaminantes atmosféricos, como también de la cantidad e importancia del transporte de estos contaminantes a través de las fronteras. El dióxido de azufre fue el primer contaminante en ser estudiado

⁹⁵⁶ Vid. BREITMEIER, H. (2006), p.430

indicados; sobre las políticas nacionales y el desarrollo industrial en general que puedan incidir en la contaminación a larga distancia; sobre el control tecnologías para reducir la contaminación del aire; sobre datos meteorológicos y fisicoquímicos; y sobre los efectos de estos contaminantes respecto de fenómenos fisicoquímicas y biológicos.

En particular, los distintos protocolos presentan disposiciones donde regulan la transmisión de información. Es así como la elaboración de informes periódicos se prevé en el Art. 4 del Protocolo SO_x de Helsinki, donde se refiere a la elaboración de informes relativos a los niveles nacionales de emisiones de azufre, en el caso del Art. 8 del Protocolo NO_x de Sofía, traza la realización de informes anuales sobre: los niveles de emisiones nacionales de NO_x, el progreso en la aplicación de los estándares de emisiones nacionales, el progreso en la introducción de medidas de control de la contaminación, el progreso realizado en relación a el fuel sin plomo, carga crítica, y medidas adoptadas para facilitar el intercambio de tecnología.

Semejante situación ocurre con el Protocolo VOCs de Aarhus, donde en su Art. 8 señala a la lucha contra las emisiones de VOCs y sus flujos transfronterizos. Por su parte, el Protocolo SO_x de Oslo, en su Art. 5, también regula la presentación de informes al Órgano Ejecutivo, por intermedio del Secretario Ejecutivo de la Comisión en relación con la aplicación de estrategias nacionales, políticas y programas, así mismo, en lo que atañe a los niveles anuales de emisiones nacionales de azufre y de la aplicación de otras obligaciones reguladas en el protocolo. En lo que atañe al Protocolo MP de Aarhus, en su Art. 7 establece la necesidad de que las Partes comuniquen acerca de las medidas tomadas para la aplicación del Protocolo de manera especial deben informar sobre los niveles de emisiones de metales pesados listados que figuran en su Anexo I. Igualmente, el Art. 9 del Protocolo POPs de Aarhus detalla la presentación de informes relativos a la aplicación del protocolo y a los niveles de emisiones de los contaminantes señalados en el protocolo. Por último, en el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, su Art. 7 indica que las Partes deberán presentar informes por intermedio de manera periódica sobre las medidas adoptadas para aplicar el presente protocolo. Asimismo, deberán informar sobre los niveles anuales de emisiones de azufre, oxido nitroso, amoniaco y de componentes orgánicos volátiles asumiendo como dato base el año 1990, como también información sobre las emisiones futuras y los planes de reducción de emisiones.

En lo que respecta a la cooperación científica, esta se aborda en el Protocolo EMEP explícitamente estableciéndose así este mecanismo de manera organizada en el régimen.

Cabe destacar que desde los inicios de la CLRTAP se estableció un marco doble de evaluación científica y de interacción política, que ha seguido funcionando - con algunas modificaciones - hasta la actualidad. Una serie de Grupos de Trabajo revisan la información científica en los campos de impactos de la contaminación de aire sobre medio ambiente, dispersión atmosférica, tecnologías de control de emisiones, métodos de evaluación económica, y las metodologías de integración⁹⁵⁷.

La información científica y técnica que fluye dentro del marco de EMEP es fundamental en el desarrollo del régimen, Es así como, por ejemplo, la recolección y mapeo de datos de cargas críticas es coordinado por el *Coordinating Center for Effects* (CCE), que se estableció en el Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente (RIVM) de los Países Bajos. Asimismo, todos los centros nacionales de información deben estar coordinados para la entrega de datos. Por otra parte, el estudio unificado de la metodología ha garantizado la armonización internacional, mediante procesos interactivos y de periódica actualización. Estos son algunos ejemplos de los mecanismos de investigación y de transferencia de ciencia y tecnología.

Por último, cabe destacar el desarrollo de “modelos” como instrumento clave utilizado por el régimen para la recolección de información y la posterior aplicación de políticas. En este sentido encontramos un ejemplo en los cálculos finales utilizados como punto de inicio para las negociaciones del Protocolo SO_x de Oslo (1994), los cuales fueron realizados en base al modelo RAINS, desarrollado en el (*International Institute for Applied Systems Analysis* (Laxenburg, Austria) (IIASA). Esto se produjo luego de un largo período donde se realizaron evaluaciones de tres modelos de simulación por ordenador (*Integrated Assessment Models* (IAMs)), los cuales fueron utilizados por los Grupo de trabajo sobre modelización de la Evaluación Integrada (*Task Force on Integrated Assessment Modelling* (TFIAM)) de CLRTAP, establecido en 1986. Como destacan TUINSTRÁ, HORDIJK y KROEZEÁ,⁹⁵⁸ su labor era “to

⁹⁵⁷ Vid. TUINSTRÁ, W., HORDIJK, L.; KROEZEÁ, C. (2005), p. 353.

⁹⁵⁸ *Ibidem*, pp. 354-355.

*explore the possibilities to develop an analytical framework for a regional cost-benefit and costeffectiveness analysis of concerted policies to control air pollution”.*⁹⁵⁹

Varios institutos de investigación europeos estaban desarrollando el sistema TFIAM, realizando diferentes enfoques y planteamientos de modelos para la preparación de las negociaciones, empleándose el cálculo de diferentes escenarios con diferentes opciones de políticas y estrategias, presentándose el modelo ASAM (del *Imperial College of Londres*), el modelo CASM (del *Stockholm Environment Institute (SEI), York*), y el modelo RAINS, desarrollado en el (*International Institute for Applied Systems Analysis*). Como ponen de relevancia MAAS, *et. al.*⁹⁶⁰ luego del Protocolo de Oslo, tanto los siguientes protocolos como también los modelos se hicieron más complejos, debido a la búsqueda de un modelo que lograra la mejor vinculación entre acidificación, eutrofización y la exposición al ozono.

Los modelos de EMEP se relacionan mediante redes ubicadas para entregar los datos sobre las emisiones en cada uno de los países europeos. Los modelos EMEP utilizan inventarios oficiales de emisiones establecidos por los gobiernos nacionales y evaluados por el Grupo de Tareas sobre Inventarios de Emisiones, el uso real de datos meteorológicos y están siendo continuamente verificados con mediciones⁹⁶¹.

⁹⁵⁹ UN-ECE, 1986. Report 4th EB-meeting 1986: ECE/EB.AIR/10.

⁹⁶⁰ *Vid.* MAAS, R., *et. al.*, (2004). Integrated assessment modelling the tool. en SLIGGERS J; KAKEBEEKE W. (2004). *Clearing the air: 25 years of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. Geneve: United Nations Pubns. Se produjo una división entre los grupos, donde el Colegio Imperial se especializa en la agricultura, la SEI en el tráfico y el IIASA energía, siendo todos integrados en el modelo RAINS. Este se convirtió en el modelo central en el apoyo de las negociaciones del Protocolo de Gotemburgo, ya que fue el primero para incorporar la formación de ozono en el marco de la modelización. El IIASA actúa como el Centro para el modelado de la Evaluación Integrada (CIAM), donde el modelado se extiende a los riesgos para la salud de la contaminación del aire en el nivel local (material particulado), también se vincula con el transporte hemisférico de contaminantes, así como las interacciones con el cambio climático son considerados.

⁹⁶¹ En lo que respecta a la cooperación y colaboración de la Unión Europea con la CLRTAP (Decisión del Consejo, 81/462/CEE de 11 de junio de 1981, relativa a la celebración de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (DO L 171 de 27.6.1981, p. 11/24), aprobado con fecha 15 de julio de 1981) de UNECE, ha ido aumentando a través del tiempo, intentando siempre mantener las competencias de la UE en esta área para evitar conflictos que puedan afectar las buenas relaciones. Aunque sin lugar a dudas, la superposición es factible no solo en cuestiones geográficas, sino también, en la aplicación de políticas y de medidas.

De este modo el trabajo coordinado, de cooperación y coordinación del análisis técnico realizado entre la CLRTAP y la política de calidad del aire europea (CAFE), son claves para aprovechar las sinergias para la formulación de políticas y aprovechamiento de recursos .

Ahora bien, cabe recordar que la Comunidad Europea es parte de la Convención y de los protocolos, salvo del Protocolo SOx de Helsinki y el Protocolo VOCs de Aarhus. Con la adopción por parte de la Comunidad Europea en 1998 del Protocolo SOx de Oslo de 1994 en el documento que acredita tal circunstancia señala expresamente que: Junto con el instrumento de aprobación se depositará la

En lo que atañe particularmente a la transferencia de tecnología, el texto de la Convención no hace alusión alguna. Sí se aprecia inicialmente en el Art. 3⁹⁶² del Protocolo de 1988 sobre óxidos de nitrógeno, que como especifica lo harán recurriendo al intercambio comercial de las técnicas disponibles; mediante contactos directos y la cooperación en el sector industrial; el intercambio de datos de información y de experiencia. Como destaca HONKONEN⁹⁶³ el texto habla expresamente de “intercambio” y no de “transferencia”, un término que expresa un sentido de reciprocidad y cooperación. Los siguientes protocolos VOCs de Aarhus y el de SOx de Oslo también se plantean en similar forma⁹⁶⁴. Los tres últimos se refieren al intercambio de tecnología e información.

siguiente Declaración: “la Comunidad Europea declara que el límite máximo de emisiones y el porcentaje medio ponderado relativo a la Comunidad Europea no debería sobrepasar la suma de las obligaciones de los Estados miembros de la Unión Europea que hayan ratificado el Protocolo, aunque hace hincapié en que todos sus Estados miembros deberán reducir sus emisiones de SO₂ de acuerdo con los límites máximos de emisión establecidos en el Anexo II del Protocolo, y de conformidad con la legislación comunitaria pertinente.” (Decisión del Consejo 98/686/CE de 23 de marzo de 1998 relativa a la celebración por la Comunidad Europea del Protocolo de la Convención de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a nuevas reducciones de las emisiones de azufre (DO L 326 de 3.12.1998, p. 34/34)).

Paralelamente, se adopta la Directiva 97/68/CE ((DO L 59 de 27.2.1998, p. 1/86)) del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 1997 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera, la que ha contribuido notablemente a la reducción de emisiones y cumplimiento de objetivos de los protocolos NOx de Sofía y VOCs de Aarhus. Asimismo, ha habido otra importante implementación llevada a cabo por la Comunidad Europea con respecto a los Contaminantes Orgánicos persistentes mediante el Reglamento (CE) n° 850/2004 ((DO L 158 de 30.4.2004, p. 7/49). Reglamento que se corrige y actualiza mediante la Corrección de errores del Reglamento (CE) n° 850/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre contaminantes orgánicos persistentes y por el que se modifica la Directiva 79/117/CE (DO L 158 de 30.4.2004) (DO L 204 de 4.8.2007, p. 28/28)) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre contaminantes orgánicos persistentes y por el que se modifica la Directiva 79/117/CE.

Vid. MILANO, E., (2009), pp. 169-170. La cooperación técnica entre ambas Partes está centrada básicamente en tres aspectos: el desarrollo y uso de modelos, y los intercambios de resultados; el establecimiento de inventarios confiables de emisiones; y por último, la definición de un enfoque común sobre los efectos de la contaminación, de sus principales contaminantes atmosféricos como: O₃, NOx, metales pesados, sobre diferentes ecosistemas, con el objetivo final de definir los niveles aceptables de contaminación del aire de acuerdo con las distintas "sensibilidad".

⁹⁶² Art. 3.1. “Las Partes facilitarán el intercambio de tecnologías, de conformidad con sus respectivas legislaciones, reglamentaciones y prácticas nacionales, con vistas a reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, [...]”

⁹⁶³ Vid. HONKONEN, T. (2009). *The Common but Differentiated Responsibility Principle in Multilateral Environmental Agreement*. London, Kluwer Law International, pp. 177-178.

⁹⁶⁴ Art. 4 y Art. 3, respectivamente.

2.5. Asistencia financiera

La obtención de recursos financieros en un régimen medioambiental es vital para su mantenimiento y desarrollo, y en este sentido el régimen de la CLRTAP no es la excepción, aunque no ha introducido ningún mecanismo de financiación como tal, sino que como veremos existen distintas fuentes dependiendo del organismo o el proyecto a desarrollar.

En este sentido, por ejemplo, en lo que atañe al financiamiento de EMEP, en un primer momento parte de sus actividades eran financiadas a nivel nacional, y lo que decía relación con el trabajo de coordinación internacional, es decir, para los centros de coordinación fue proporcionada por los países nórdicos y la Unión Soviética. Asimismo, hubo contribuciones voluntarias de varios países participantes del EMEP. Por su parte el PNUMA apoyó EMEP en la primera y segunda fase, concluyendo en 1984.⁹⁶⁵

Actualmente la Convención posee dos mecanismos financieros con el objetivo de dar soporte al trabajo científico que desarrolla. Por una parte encontramos al Protocolo EMEP con sus cotizaciones obligatorias aprobado este Protocolo (anexo que se refiere el Art. 4 del Protocolo de 1984 EMEP), donde se elabora una Mandato de contribuciones acordada por el Órgano Ejecutivo en base a una escala evaluada por Naciones Unidas⁹⁶⁶, y el Fondo Fiduciario de Contribuciones Voluntarias para las actividades básicas, no cubiertas por el Protocolo EMEP.

El Protocolo EMEP establece que las contribuciones serán obligatorias serán anuales y sufragadas por todas las Partes Contratantes del Protocolo que se encuentren en la zona geográfica donde actúa el EMEP. De este modo EMEP, divide el presupuesto anual para los cinco centros que colaboran en el marco del programa, se estima que el presupuesto para EMEP bordea los \$ 2,4 millones por año⁹⁶⁷.

⁹⁶⁵ Vid. BRACHTL, M. (2005), "Capitalizing on the Success of the LRTAP Regime to Address Global Transboundary Air Pollution", in SUSSKIND, L.; MOOMAW, W., (2005), *Papers on International Environmental Negotiation*, 14, PON Books, (Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 19.02.2009, www.pon.org/downloads/ien14_3Brachtl.pdf)

⁹⁶⁶ Vid. SCHNEIDER, T.; SCHNEIDER, J. (2004), en "SLIGGERS J.; KAKEBEEKE W. (2004), pp. 37-38. El Art. 1 del Protocolo define la llamada "cuota ONU" como " [...] la cuota de una Parte Contratante relativa al ejercicio financiero considerado, según el baremo de las cuotas establecido para el reparto de gastos de la Organización de las Naciones Unidas."

⁹⁶⁷ Vid. SLIGGERS, J. (2011), "Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution", (Chapter 10), in WEXLER, P., VAN DER KOLK, J., MOHAPATRA, A.; AGARWAL, R. (Ed.) (2012), *Chemicals, Environment,*

En lo que respecta al Fondo Fiduciario Voluntario, con este se establece el presupuesto para los siete centros de trabajo orientado a los efectos y la integración de las actividades de los modelos de evaluación, ubicados en distintos Estados. Y como señala el Art. 4 del Protocolo,

“ [...] podrán desembolsarlas las Partes Contratantes y los signatarios del presente Protocolo incluso cuando sus territorios se sitúen fuera de la zona geográfica de actividades del EMEP, así como cualquier otro país, organización o particular que desee contribuir al programa de trabajo, [...]”.

Generalmente, los países que albergan los centros pagan directamente al centro, representando el 50% del presupuesto total de los centros, un 25% del presupuesto es donado por las demás Partes directamente al fondo. Este 25% de entrar en el Fondo Fiduciario Voluntario tiene hasta ahora se han distribuido por igual entre los centros. Este mecanismo provoca que en muchos casos exista disparidad en los presupuestos de los distintos centros. El presupuesto de este fondo es algo superior a los \$ 2.1 millones por año⁹⁶⁸.

Existe asimismo otro fondo fiduciario destinado a dar apoyo a los países con economías en transición, de manera de facilitar su participación en las actividades del EMEP, ratificación de los protocolos y aplicación. Este fondo se surte de aportaciones voluntarias.

En lo que respecta a la fuente de financiación del Órgano Ejecutivo y del Comité de Aplicación dentro del procedimiento de cumplimiento no existe un mecanismo expreso para tal efecto, por lo que el costo ha de ser sufragado por la UNECE y por las Partes que voluntariamente lo quieran. Por otra parte, la Secretaría ha creado un Fondo Fiduciario con el objetivo que cubrir los gastos de aquellos países que lo requieran para que sus representantes acudan a las reuniones celebradas en Ginebra⁹⁶⁹.

Health - A Global Management Perspective, United State of America, Taylor & Francis Group, LLC, pp 155-169.

⁹⁶⁸ Vid. SLIGGERS, J. (2011), pp 155-169. Cabe destacar que el procedimiento de distribución de los presupuestos para los centros provoca distintos cuestionamientos con las consiguientes búsquedas de alternativas. Un ejemplo lo encontramos en la 24ª reunión del Órgano Ejecutivo (ECE/EB.AIR/89 párrafo 78) realizada en 2006, donde los Países Bajos plantearon la posibilidad de buscar mecanismos alternativos más equitativos, de modo de disminuir los déficits existentes.

⁹⁶⁹ Vid. MILANO, E. (2009), pp. 178-179. EBD2001/6 on Facilitation of Participation of Countries with Economies in Transition, Doc. ECE/EB.AIR/75 (16 January 2002), Annex X.

Por otra parte, cabe hacer notar que las diferencias entre el desarrollo económico, social y científico y técnico entre los países miembros de la Convención se han incrementado con la inclusión de varios países del Este de Europa, pues paradójicamente aquellos países que requieren mayor asistencia financiera, son los que más contaminan. En este sentido se puede considerar como un fracaso de la Convención el no haber sido capaz de lograr la transferencia real de recursos financieros de oeste a este. Si bien desde principios de 1980 se ha intentado que la transferencia sea efectiva, se producen situaciones como por ejemplo que los países más afectados, como es el caso de Suecia, podría lograr reducir considerablemente la deposición ácida sobre sus fronteras a un costo mucho más bajo si se encontrara una forma de financiar las reducciones de emisiones en los países pobres y de elevados niveles de emisiones contaminantes, como Polonia⁹⁷⁰.

Ahora bien, esta cuestión no es un tema menor y ha sido abordado desde ya hace años. El Grupo de Trabajo sobre Estrategias ha estado dirigiendo la atención a este tema desde 1992, básicamente a través de la puesta en marcha estudios de evaluación de las perspectivas de la competencia de compartir los costos. Una de las posibilidades que se ha considerado es la creación un llamado "fondo de la acidificación" dentro de esa Convención, que se utilizaría para financiar la reducción de emisiones, donde los países más ricos harían aportes y a los países pobres podrían utilizarlos para la implementación de programas tendientes a reducir emisiones. Los países ricos aportarían al fondo y los países pobres tomar de ella.

Otra opción que se ha planteado es permitir una aplicación conjunta, donde un país rico podría cumplir con sus compromisos de reducción, en parte, por la reducción de financiación en otros lugares. Finalmente, una tercera opción es la implementación de un sistema de permisos negociables. De este modo los países podrían cumplir con sus objetivos de reducción a través de una combinación de medidas de reducción y la compra de permisos en el extranjero.

Todas estas opciones siguen siendo estudiadas pero no reciben el suficiente apoyo para ser efectivamente implementadas. Es así como la creación del fondo o permisos de emisión negociables siguen siendo evaluados pero se han

⁹⁷⁰ Vid. LEVY. M.A., (1995), pp. 65-66.

presentado argumentos en contra como por ejemplo que, de acuerdo con el llamado *Polluter Pays Principle* (PPP), los países del oeste no tienen el deber de financiar la reducción⁹⁷¹.

En caso de no desarrollar un sistema de transferencia financiera, la opción es confiar en la actual combinación de medidas de financiación en marcha: una combinación de préstamos y donaciones de organismos multilaterales: bancos y agencias bilaterales de ayuda. Ahora bien, la desventaja de estos mecanismos es que no presentan ningún vínculo formal con la Convención, siendo incapaces de explotar cabalmente las posibilidades de aplicación conjunta o hacer uso directo de los incentivos al cumplimiento.⁹⁷²

3. Un balance del régimen de la Convención de Ginebra

Este apartado, último de nuestro trabajo, está destinado a revisar de manera más minuciosa los resultados obtenidos por el régimen de la CLRTAP que cuenta con más de 30 años de existencia, y ocho protocolos - todos ya en vigor - ya que el último en cumplir esta etapa fue el Protocolo de Gotemburgo el 17 de Mayo de 2005.

A lo largo de nuestro trabajo hemos abordado el conocimiento de este régimen medioambiental desde diferentes perspectivas, las que nos han dado la posibilidad de conocer, entre otras cosas, cada uno de los protocolos donde pudimos apreciar la evidente evolución, tanto en términos normativos como el carácter más estricto, la especificidad y la adaptación de estos a las distintas condiciones ecológicas y económicas de las Partes contratantes; y desde el enfoque más técnico y científico la incorporación paulatina de distintos contaminantes atmosféricos, asumiendo las sinergias e interacciones entre estos, entre otras características.

Nuestro propósito en este último tramo, es presentar algunos de los resultados más relevantes en términos de emisiones, en última instancia información

⁹⁷¹ Vid. HONKONEN, T. (2009), pp. 164-165. Para mayor detalle Vid. ALBIN, C. (1995), "Rethinking Justice and Fairness: The Case of Acid Rain Emission Reductions". *Review of International Studies*, Vol. 21, No. 2, April, pp. 119-143. ALBIN, C. (2001). *Justice and Fairness in International Negotiation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001 (the series Cambridge Studies in International Relations).

⁹⁷² Vid. LEVY, M.A. (1995), pp. 59-60.

fundamental para poder acabar nuestro trabajo, y elaborar algunas conclusiones sobre el mismo.

Para tales efectos, hemos dividido este apartado en dos partes. Primero revisaremos algunos de los mecanismos utilizados para la reducción de las emisiones, y medidas destinadas para estos fines que se han ido incluyendo paulatinamente en los protocolos, y finalizaremos revisando algunos datos sobre emisiones de los contaminantes incluidos dentro del régimen, intentando relacionar estos resultados con distintas consideraciones de entorno, muchas de las cuales escapan al control de dichos instrumentos.

3.1. Los mecanismos utilizados por el régimen para la reducción de emisiones

El logro en la reducción de las emisiones requiere de técnicas y procedimientos que impliquen cambios en los procesos e instalaciones. En este sentido, como ya lo hemos mencionado en párrafos anteriores la inclusión en los protocolos y en sus anexos técnicos de conceptos como: *best available technology* (BAT) o “mejor tecnología disponible” (MTD)⁹⁷³, “carga crítica” o “valores límites de emisión”, son sin lugar a dudas elementos que han caracterizado el desarrollo de este régimen ambiental.

Asimismo, los llamados estándares de calidad del aire o “*Air Quality Standards*” (AQS), que generalmente han estado relacionados con las políticas y programas para el control de las emisiones y calidad de aire aplicadas a nivel nacional, comienzan a adquirir una relevancia internacional desde el momento en que la Organización Mundial de la Salud publica la segunda edición de *Air Quality Guidelines*⁹⁷⁴ el año 2000, siendo muchos de sus lineamientos adoptados por el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, donde se recomienda valores de AQS para ozono troposférico de 120 µg/m³ sobre un período de 8 horas⁹⁷⁵. Cabe destacar que algunos

⁹⁷³ Ejemplos tales como la desulfuración de gases de combustión, la reducción catalítica selectiva y precipitadores electrostáticos, etc., son algunas de las tecnologías, ya comúnmente utilizadas que han significado importantes disminuciones de emisiones.

⁹⁷⁴ Vid. Capítulo I, apartados: 8.3. y 8.4. de este trabajo.

⁹⁷⁵ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo. Anexo I, III.

países van más allá de la OMS o del Protocolo de Gotemburgo aplicando valores más estrictos, como ocurre con el Reino Unido⁹⁷⁶.

Ejemplos de algunos de los conceptos nombrados, los encontramos dentro del régimen de la CLRTAP “*Best available control technologies not entailing excessive cost*”, CLRTAP Art. 6;

“[...], cada parte contratante se comprometa a desarrollar las mejores políticas y estrategias que incluyen sistemas de administración de calidad de aire y, como parte de ellas, medidas de control compatible con un desarrollo equilibrado, en particular con la mejor tecnología disponible que es económicamente factible y con tecnología de bajo residuos.”

O en el texto del Protocolo NOx de Sofía (Art. 2(2)); el Protocolo VOCs de Aarhus (Art. 2(3)); y el Protocolo SOx de Oslo (Art. 2(4)). Asimismo en estos protocolos se incluyen anexos técnicos donde se incluyen técnicas y procedimientos particulares; Protocolo NOx de Sofía (anexos técnicos); el Protocolo VOCs de Aarhus COV (Anexos II-IV); y el Protocolo SOx de Oslo sobre reducciones adicionales de las emisiones de azufre (Anexos I y IV).

Asimismo, encontramos el llamado “*Balancing Source Standards*” (BSA), introducido por la Agenda 21⁹⁷⁷ que insta a minimizar la contaminación y/o sus riesgos, mediante la utilización o reemplazo de sustancias químicas nocivas por unas que presenten características de menor peligrosidad, concepto que junto al de “Mejor Tecnología Disponible”, forman parte de las llamadas “*Best Environmental Practices*”.

⁹⁷⁶ Vid. Cap. I, apartados: 5.1, 5.9. de este trabajo. Ahora bien, cabe recordar que el ozono troposférico es un contaminante secundario, y dentro del proceso de formación de este participan otros compuestos como por ejemplo, los VOCs; de este modo los valores de ozono pueden ser controlados manejando las concentraciones de los contaminantes primarios. Un ejemplo es lo que ocurre con compuestos orgánicos volátiles como el benceno, monitoreado individualmente siendo objeto de fiscalización internacional desde 1971 - En 1971 la Organización Internacional del Trabajo (OIT) o *Internacional Labor Organization* (ILO) aprobó una Recomendación en la cual entregaba una sugerencia sobre el techo de emisiones, el cual no debía sobrepasar las 25 ppm. ILO Recommendation Concerning Benzene. 1971, June 2 Recorded in *Internacional Protection of the Environment*, XXVIII. 374-, y con cada vez más restricciones nacionales, el año 1999 la OMS realizó nuevas recomendaciones que fluctuaban en un rango de entre 5.0 y 20.0 µg/m³.

⁹⁷⁷ Texto Agenda 21 Sección 19.40(d) “Facilitar la información necesaria para evaluar los riesgos que presentan para la salud humana y el medio ambiente los productos con que se podrían sustituir los productos químicos que hayan sido prohibidos o sometidos a restricciones rigurosas.”

Tabla Nº 16
Órganos de la convención encargados de desarrollo de técnicas y tecnologías

Grupo especial de trabajo / grupo de expertos (año de referencia)	Protocolo Asociado
Grupo especial de trabajo sobre Tecnologías para el control de las emisiones de NOx a partir de fuentes estacionarias (1986) Grupo especial de trabajo sobre cálculo de costos (1988)	Protocolo de NOx 1988
Grupo especial de trabajo sobre las emisiones de COV procedentes de fuentes estacionarias Grupo especial de trabajo sobre compuestos orgánicos volátiles de los vehículos de carretera	Protocolo de VOC 1991
Grupo de Trabajo sobre Intercambio de Tecnología (1991)	Protocolo de Azufre 1994
Grupo especial de trabajo y Grupo de Trabajo Preparatorio sobre contaminantes orgánicos persistentes	Protocolo sobre contaminantes orgánicos persistentes de 1998
Grupo especial de trabajo y Grupo de Trabajo Preparatorio de Emisiones de metales pesados	Protocolo sobre metales pesados 1998
Grupo especial de trabajo sobre la evaluación de Reducción de Opciones/Técnicas de compuestos orgánicos volátiles y de nitrógeno óxidos (1999) Grupo de Expertos en Técnicas de Control de Emisiones de COV y NOx de una selección de fuentes móviles (1999)	Protocolo de 1999 de Gotemburgo

Fuentes: LINDAU, L., JAGUSIEWICZ, A.; KOVACS, E. (2005), "Software and hardware, protocols without technologies", en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005), p. 47. En gran medida las medidas aplicadas son resultados de los estudios realizados por distintos expertos y grupos de trabajo establecidos con el objetivo de recolectar y revisar la información sobre las técnicas de eliminación adecuadas para los principales sectores económicos. El trabajo de estos órganos se ha asociado con el desarrollo de los protocolos de la Convención.

Por otra parte, dentro de los mecanismos de gestión propiamente tal elegidos por el régimen, con el objetivo de focalizar el trabajo se ha optado por dividir las fuentes emisoras de contaminantes por sectores o áreas, siendo estos: el energético, el transporte o el tráfico, el agrícola, el industrial, y por último, el doméstico. En estos más de treinta años de régimen, se han implementado distintas medidas técnicas y no técnicas, las cuales han sido claves en la disminución de las emisiones contaminantes, sin perder de vista y tomando en cuenta que la producción y actividad industrial, la actividad de transporte y la demanda de energía se han incrementado significativamente, aunque la proporción de emisión o emisiones por unidad de actividad no haya sido toda la deseada.

Sin intención de detenernos detalladamente en cada una de las áreas donde la convención ha enfocado su trabajo, si consideramos necesario apuntar algunos datos sobre el particular, pues se trata de sectores claves para el desarrollo económico de los países, lo que hace difícil asumir compromisos e implementar políticas que no siempre son bien acogidas por los entes sociales y/o económicos.

Por ejemplo, en el campo energético, los datos extraídos de los inventarios dan cuenta de una disminución cercana al 70% de las emisiones de óxidos de azufre

entre los años 1980 y 2000, de las que una buena parte es atribuida a las transformaciones en las fuentes energéticas no solamente en el cambio a energía más limpias o renovables – energía eólica o solar -, sino también, a cambios estructurales y tecnológicos⁹⁷⁸ – cambio a gas natural, combustibles con menor porcentaje de azufre, eficiencia en combustión, desulfurización de gases de combustión (FGD), reducción catalítica de gases de combustión, etc. -; o en la gestión de energía, con un mayor ahorro y eficiencia energética. Todas estas medidas son útiles también, para la reducción de óxidos de nitrógeno⁹⁷⁹.

Respecto del uso de energías renovables, como de energías más eficientes, como destaca GILLESPIE,⁹⁸⁰ tanto en el régimen del cambio climático como en el de CLRTAP, han destacado los beneficios del uso de este tipo de energías, por lo que no extraña el desarrollo y el apoyo a estas fuentes, que ha sido recurrente tanto en ámbito doméstico como internacional. Es así como encontramos referencias explícitas en los textos de los Protocolos NOx de Sofía⁹⁸¹, SOx de Oslo⁹⁸² y RAEO₃ de Gotemburgo⁹⁸³.

En lo que atañe a los óxidos de nitrógeno, la acción sobre el tráfico, tanto de vehículos pesados como de livianos, urbanos y en carreteras,⁹⁸⁴ ha dado como resultado una disminución en sus emisiones en un 25%. En este campo también se actúa en dos frentes: por una parte, la infraestructura y gestión del tráfico y, por otra,

⁹⁷⁸ El Protocolo sobre reducciones adicionales de las emisiones de azufre, de 1994, además de la obligación general en la utilización de las mejores técnicas disponibles, impone valores límite de emisión (VLE) en nuevos y existentes de las grandes fuentes fijas de combustión, y se mide la energía y normas de gestión de combustible, por ejemplo, contenido de azufre en los aceites, obligatorio.

⁹⁷⁹ Vid. LINDAU, L., JAGUSIEWICZ, A.; KOVACS, E. (2005). "Software and hardware, protocols without technologies", en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005), p. 51.

⁹⁸⁰ Vid. GILLESPIE, A. (2006), pp. 207-208. Tanto China como Reino Unido se trazaron la meta de incrementar en un 10% este tipo de fuente energética para 2010.

En el año 2004 la UE definió como meta que al año 2020, el porcentaje de energías renovables deberá cubrir un 20 por ciento del consumo total de energía. Al año 2010 presentó 12,5%. El Consejo Europeo de marzo de 2007 aprobó un plan energético obligatorio que incluye un recorte del 20% de sus emisiones de dióxido de carbono antes del año 2020 y consumir más energías renovables para que representen el 20% del consumo total de la UE.

⁹⁸¹ Protocolo NOx de Sofía. Anexo Técnico. Párrafo 12.

⁹⁸² Protocolo SOx de Oslo, Art. 2.4. Anexo IV. Tecnologías de Control para la Reducción de Emisiones de Azufre desde Fuentes Estacionarias. Párrafo 9.

⁹⁸³ Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, Art. 6.1.c.

⁹⁸⁴ Recordemos que en 1996, el Órgano Ejecutivo, comienza la revisión de los protocolos de NOx de Sofía y VOCs de Aarhus, extendiendo las orientaciones técnicas sobre las MTD a fuentes móviles como: vehículos todo terreno y máquinas, barcos y aviones. Las modificaciones del anexo de NOx entraron en vigor poco después de su adopción. Por su parte, en lo que atañe al Protocolo VOCs de Aarhus, entraron en vigor el protocolo y la modificación de su anexo conjuntamente en septiembre de 1997.

el tecnológico - como modificaciones del motor y del escape, escape catalíticos en los de gasolina -. Sin dejar de lado las acciones relacionadas a las modificaciones de los combustibles, pues la calidad de los combustibles presenta una estrecha relación con la calidad y nivel de emisiones de los vehículos de gasolina y diesel. Por ejemplo, la utilización de un combustible con bajo contenido de azufre aparte de disminuir las emisiones de azufre, disminuye la emisión de las partículas de diámetro pequeño.

Ahora bien, tomando en cuenta la diversidad de medios de transportes y de combustibles utilizados, se hace necesario la implementación de medidas distintas, razón por la cual, en el Protocolo de Gotemburgo se integran requisitos ambientales para los combustibles de motor, las que se han impuesto por separado para la gasolina y diesel. Cabe destacar que algunas medidas implementadas en el transporte también han tenido consecuencias favorables sobre la disminución de emisiones de COVs.

En lo que respecta a la agricultura, si nos detenemos en los Protocolos sobre VOCs, sobre los POPs, y el Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo, especialmente los dos últimos, han sido de los primeros acuerdos internacionales en los cuales se hace frente a los efectos ambientales de las prácticas agrícolas, pues la agricultura es un área de la producción donde sus emisiones son elevadas y nocivas, fundamentalmente las que están constituidas por compuestos nitrogenados. Es así como este sector es el responsable de más del 90% de las emisiones de amoníaco en Europa. Asimismo, el manejo del estiércol debe ser adecuado pues con un mal manejo más de la mitad de su contenido de amoníaco se evapora antes de su depósito en el suelo. En este sentido, se aplican medidas en el control de alimentación del ganado, el almacenamiento de estiércol, sistemas de alojamiento de los animales y las medidas relacionadas con el uso de fertilizantes minerales.

Por último, los niveles y tipos de emisiones que provienen del sector industrial son diversos por la variedad en el tipo de fuente. Por esta razón, las medidas implementadas no solamente están relacionadas al control de los combustibles utilizados, sino también, a la variedad de procesos relacionados con contaminantes como compuestos orgánicos volátiles, contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados. En general, como hemos visto, estas han estado dirigidas, a lograr mejoras con combustibles más limpios, alterando los procesos de la combustión propiamente tal, por modificaciones en los procesos con el uso de circuito cerrado y el uso de

reciclaje interno⁹⁸⁵. Asimismo se han dirigido al tratamiento y las medidas de control del producto y gestión. Cabe subrayar que el tratamiento de los gases de combustión ha sido una medida básica y fundamental con respecto a partículas, metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes, entre otros contaminantes.

3.2. Programas para dotar de capacidad y estudios sobre transporte transfronterizo

Este apartado lo dedicaremos a revisar el momento en que se encuentra el régimen, algunos de los programas más importantes que se están desarrollando con el objetivo de lograr una rápida y efectiva aplicación, en especial, del Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo. Asimismo, revisaremos algunos resultados obtenidos de las investigaciones del transporte de contaminantes transhemisféricos.

El continuo enlace entre la información científica y el desarrollo de políticas, con la utilización de la evaluación integrada de modelos, han servido para desarrollar un enfoque orientado en el desarrollo y elaboración de protocolos como medio para disminuir la contaminación del atmosférica. Las reducciones han sido significativas en las emisiones de SO_x, NO_x y algunos metales pesados, aunque en muchos países la reducción de los NO_x se asumieron seriamente en la década de 1990. Asimismo, las emisiones de COV muestran un descenso prometedor. Los protocolos de la Convención y sus anexos, han jugado un papel importante en el logro de estas reducciones. Entre 1980 a 2000 las emisiones de azufre disminuyó considerablemente en la mayor parte de Europa – del territorio del EMEP - fue cercano al 70%, pero hay grandes diferencias entre países y regiones. La disminución de los NO_x y COVs no son tan grandes como en azufre, alrededor de 25 - 30% entre 1990 y 2000, y las diferencias entre regiones son una vez más notable. Los estudios nacionales de partículas y de metales pesados muestran una disminución sustancial de las emisiones de 1990 hasta el año 2000, por ejemplo, para el plomo y el 60-70% del mercurio del 50%. En menor medida, las emisiones de NH₃ y POPs también disminuyó durante este período. Por ejemplo, las emisiones de amoníaco disminuyó un 20% de los medios técnicos, principalmente en la agricultura. Sin embargo, aun persisten elevados valores en las

⁹⁸⁵ *Vid.* LINDAU, L., JAGUSIEWICZ, A.; KOVACS, E. (2005), "Software and hardware, protocols without technologies", en SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005).

deposiciones de nitrógeno, las concentraciones de ozono troposférico, y los niveles de partículas con alto perjuicio a la salud humana.

Por otra parte, con el ingreso de nuevos países miembros a la Convención, ha quedado de manifiesto la importante brecha existente en términos de conocimientos y medios para poder implementar las medidas necesarias para dar cumplimiento a los acuerdos adoptados. Como consecuencia de esta situación, la Convención está prestando una especial atención a estos países de más reciente incorporación, fundamentalmente en lo que atañe al seguimiento y la notificación de las emisiones, con el objetivo de ayudarlos a adherirse no solo a la convención, sino también a EMEP y a los protocolos. Es por esta razón que se han implementado programas destinados a dotar de capacidad a estos países con economías en transición, lo que se ha venido a denominar "*Capacity building activities*". Estos mecanismos mencionados a nuestro juicio reflejan en parte las razones por las cuales este régimen ha logrado avanzar y desarrollarse por más de treinta años, ampliándose y dando resultados en general satisfactorios.

Al respecto y para conocer algo más de estos mecanismos, nos detendremos brevemente en dos de los programas que se desarrollan, dentro del marco de "*Capacity building activities*" y en el programa sobre contaminación transhemisférica.

Como se mencionó anteriormente, además del énfasis en la aplicación de la Convención y sus protocolos, el Órgano Ejecutivo ha decidido centrar el trabajo de la Convención en los Estados. Es así como se desarrolló entre los años 2004 y 2007 el programa conocido como "Fortalecimiento de Capacidades para la Gestión de la Calidad del Aire y la aplicación de tecnologías limpias de combustión de carbón en Asia Central"⁹⁸⁶ (cuyas siglas en inglés son: CAPACT), donde el objetivo principal del proyecto era reforzar el potencial institucional de los países de Asia Central en el campo de la gestión de la calidad del aire con la aplicación de la Convención y de sus

⁹⁸⁶ La agencia de la UNECE que ejecuta el proyecto fue *IREED Division and Environment and Human Settlements Division*, con la cooperación de las agencias de UN ESCAP y UNEP *Resource Centre for Asia and Pacific*.

Vid. Para mayor detalle: Disponible [en línea] [libre acceso]

i) <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/capact/Welcome.html>.

ii) Resumen sobre el proyecto: ENERGY/GE.1/2003/9 en: www.unece.org/ie/capact/docsl.html

(ii) Resumen del proyecto: estrategia, objetivos, actividades, planes de trabajo: ENERGY/GE.1/2004/4 en: www.unece.org/ie/se/docs/coal7.html

protocolos, y promover la difusión de la información en el ámbito de aplicación de tecnologías ecológicamente limpias en la combustión de carbón, como generadoras de calor y energía en los niveles requeridos de acuerdo a los desarrollo económico y social de cada Estado: Kazajstán⁹⁸⁷, Kyrgyzstán, Tajikistán, Turkmenistán y Uzbekistán, todos países ubicados en Asia Central.⁹⁸⁸ Ahora bien, se actúa en esta región por tres razones fundamentales: presentan elevados niveles de emisión, se encuentran en un área estratégica que favorece el transporte de estos contaminantes⁹⁸⁹ hacia el oeste principalmente, y el sistema de monitoreo es escaso casi inexistente.

Cabe destacar que el proyecto se centra particularmente en Kazajstán país Parte de la Convención desde 2001 y en Kyrgyzstán, desde 2000, aunque se integran a otros tres Estados de Asia Central por su ubicación geográfica contigua, participando en los talleres y actividades relacionadas. El plan incluye el desarrollo de un plan nacional de aplicación, así como el establecimiento de una estación de seguimiento EMEP en Kazajstán⁹⁹⁰.

Kazajstán, el país más grande de la subregión, está en condiciones de jugar un papel de catalizador para el desarrollo futuro de la colaboración de estos países con la CLRTAP. Necesaria para estos efectos es la adhesión de Kazajstán a los protocolos. Al respecto el Protocolo EMEP⁹⁹¹ se aprecia como fundamental por ser considerado la

⁹⁸⁷ En la 19ª sesión del Órgano Ejecutivo (ECE/EB.AIR/75 16 January 2002), la delegación de Kazakhstan, país que se adhirió a la Convención el 11 de enero de 2001, hizo hincapié en la necesidad de asistencia a los países con economías en transición para construir las capacidades, es decir, conocimientos necesarios para cumplir con los objetivos de disminución de los contaminantes atmosféricos.

⁹⁸⁸ UNECE, (2007). *Strategies and Policies for Air Pollution Abatement, 2006 Review prepared under The Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*, Geneva, ECE/EB.AIR/93, pp. 16-17.

⁹⁸⁹ Para mayor detalle: Iliya Ilyin, "Evaluation of pollution levels of lead and PCB-153 over Central Asian (CA) countries within CAPACT project (preliminary results)", EMEP/MSC-E CAPACT, 4—6 de julio de 2007, Almaty, Kazakhstan. "Model assessment of transboundary pollution by lead and PCB-153 of the Central Asian Countries: Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan", (EMEP/MSC-E Report 6/2007, September 2007).

⁹⁹⁰ A fin de alcanzar los objetivos del proyecto CAPACT, las actividades del proyecto se dividieron en seis áreas trabajo principales: Planes de Implementación de la Convención LRTAP y los protocolos; Desarrollo de la Cooperación Subregional sobre problemas de contaminación atmosférica en el marco de la cooperación regional en virtud de la Convención; Vinculación de Monitoreo del Aire de Europa y Asia y el Programa de Evaluación; Desarrollo de la Sub-Red Regional para la Reducción de la energía relacionada con las emisiones; el Fortalecimiento de Políticas de Energía Sostenible y Reformas precios de la energía; y por último, la Promoción de Finanzas Proyecto de inversión para el despliegue de tecnologías limpias del carbón.

⁹⁹¹ Como sabemos el Protocolo del EMEP estipula se se cubrirán los gastos anuales de la los centros internacionales de cooperación dentro del EMEP (Química Centro de Coordinación (CCC), Síntesis Meteorológica Centros de Oriente y Occidente (MSC-E y W-MSC)). Se considera que las obligaciones del protocolo entraría en vigor a los 90 días después de la prevista adhesión de Kazajstán en el protocolo.

columna vertebral de la convención, ya que reúne y evalúa los datos sobre las emisiones, el transporte y las transformaciones de los contaminantes químicos atmosféricos, la deposición y los estudios de sus efectos, así como las concentraciones necesarias para el modelado de los flujos transfronterizos, las evaluaciones integradas, la vigilancia del cumplimiento.

Además del énfasis que se puso en el Protocolo EMEP, se otorgó una especial atención a los Protocolos sobre metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, y sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera.

En lo que toca a los resultados o conclusiones del programa, lo más destacable es la sensibilización que se logra tanto de las autoridades como de la sociedad civil frente a una problemática de gran relevancia en un Estado donde las prioridades no se encuentran en la cuestión medioambiental, pues existen carencias que se aprecian con mayor necesidad de ser resueltas. Al respecto el programa concluye que los países de Asia Central tienen que implementar cambios que involucren el menor costo posible, medidas que no requieran grandes modificaciones e inversiones en las estaciones existentes, con aumento de la eficiencia, fiabilidad y poder del sistema de calefacción.⁹⁹² Cabe subrayar que al mes de octubre de 2011, Kazajstán aún no ha suscrito ningún protocolo y en semejante condición se encuentra Kirgizstán.

En la misma línea y con el objetivo de apoyar a la ratificación e implementación de los Protocolos sobre metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, y sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera, en los países de Europa Oriental, el Cáucaso y países de Asia Central (cuyas siglas en inglés son: EECCA), el Órgano Ejecutivo en su vigésimo tercer período de sesiones del Órgano Ejecutivo decidió implementar un plan de acción para fortalecer la participación de los países EECCA en las actividades de la Convención⁹⁹³, a proposición

⁹⁹² Vid. ZENYUTICH, E. (2007), Report: "Energy Efficient Measures, Introducing Clean Coal Technologies". UNECE Project Capacity Building for Air Quality Management and the Application of Clean Coal Combustion Technologies in Central Asia,. Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 03.03.2011 http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/capact/docs/output/Report_Zenyutich_e.pdf

⁹⁹³ Vid. Para mayor detalle:

Disponible [en línea] [libre acceso] <http://www.unece.org/env/lrtap/programme-eecca.html>.

del Grupo de Trabajo sobre Estrategias y Análisis (GTEA)⁹⁹⁴, siendo el objetivo del plan de acción, entre otras cosas, crear conciencia sobre los graves efectos que tiene la contaminación del aire y en la salud y el medio ambiente, garantizar el compromiso político a nivel ministerial para abordar los problemas de contaminación del aire, desarrollo de estimaciones de emisiones y escenarios, crear estaciones de monitoreo y modelación EMEP extender a Asia Central, y desarrollar mapas de ecosistemas y las estimaciones de la sensibilidad daños a la salud⁹⁹⁵.

Por su parte, en lo que atañe al transporte de contaminantes transhemiféricos, el régimen ha desarrollado bajo el alero de EMEP el *Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution* (TF HTAP), o Grupo Especial de Trabajo sobre el Transporte Hemisférico de la contaminación del aire, establecido en el vigésimo segundo período de sesiones en diciembre de 2004⁹⁹⁶ por el Órgano Ejecutivo, cuyo objetivo es el estudio y la comprensión del transporte transhemisférico de la contaminación del aire, para ser considerados tanto en las revisiones de los protocolos de la Convención, como también para realizar estimaciones del transporte hemisférico de contaminantes atmosféricos específicos y ser empleados en las evaluaciones de los protocolos.

Estos trabajos entregan evidencia que muestran que entre el año 2000 y el año 2003, los niveles de contaminación que exceden los objetivos de calidad del aire se presentan en varios lugares en el hemisferio norte. Asimismo, mientras que las emisiones locales o regionales y las condiciones ambientales son responsables de la mayor parte de estas excedencias, la calidad del aire también se ve influenciada por las emisiones, el transporte y procesos de transformación en las escalas intercontinentales y hemisféricas. Por otra parte, existe evidencia documentada del

⁹⁹⁴ ECE/EB.AIR/87, 27 January 2006.

⁹⁹⁵ Este plan sigue en marcha con seguimiento por parte del Órgano Ejecutivo respecto de su desarrollo. El control periódico que se realiza al programa y los progresos, muestran que los países de esta área están comenzando a entregar datos y están manteniendo un seguimiento de los niveles de contaminación Thirty-third sesión Geneva, 7–9 September 2009 Item 6(d) of the provisional agenda (ECE/EB.AIR/GE.1/2009/11 29 June 2009, también: Working Group on Strategies and Review Forty-ninth sesión Geneva, 12–16 September 2011 Item 3 (ECE/EB.AIR/WG.5/2011/17, 30 June 2011). Cabe recordar la gran responsabilidad que tiene el sector de la energético y del transporte sobre la contaminación atmosférica en zonas urbanas con impacto significativo en la salud de la población, problema de gran relevancia en estas regiones.

⁹⁹⁶ *Vid.* Annex IV. Concerning the Establishment a Task Force on the Hemispheric Transport of Air Pollution, ECE/EB.AIR/83/Add.1 Decision 2004/4.

transporte intercontinental y hemisférico de ozono, partículas y sus precursores, así como de mercurio y contaminantes orgánicos persistentes⁹⁹⁷.

La importancia de esta línea de trabajo radica en que permite apreciar con claridad la verdadera incidencia y alcance que tienen las fuentes de emisiones locales y/o regionales debido a su transporte una escala continental o global. Pues estos flujos pueden ser importantes para la comprensión de los problemas de contaminación del aire en los centros de población y los impactos en áreas remotas. Para tales efectos se ha llevado a cabo estudios específicamente sobre los siguientes contaminantes: el ozono troposférico y sus precursores, las partículas finas, las sustancias acidificantes, el mercurio (Hg), y los contaminantes orgánicos persistentes.

Los estudios preliminares concluyen⁹⁹⁸ también que las emisiones de un continente pueden influir en la calidad del aire, por el aumento en la carga global de la contaminación, variando los efectos de estos flujos en la calidad del aire dependiendo de la ubicación, la estación y el contaminante en cuestión.

En general las vías importantes de transporte varían dependiendo de la zona, por ejemplo, desde Asia hasta América del Norte y de América del Norte a Europa, el transporte en la troposfera libre parece ser más importante que el transporte en la capa límite, por su parte, entre Europa y Asia, el transporte por la capa límite y la elevación orográfica pueden los más importantes⁹⁹⁹.

⁹⁹⁷ Entre los años 2000 y 2002, se realizaron tres talleres destinados al estudio del transporte de contaminantes, organizados por German Federal Environment Agency con el apoyo de United States Environmental Protection Agency, bajo el marco del Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP). Cada uno de los tres talleres abordaron distintos temas: el transporte trans-Pacífico, el transporte transatlántico, y la naturaleza hemisférica del transporte de contaminantes del aire y las relaciones fuente-receptor entre América del Norte, Europa y Asia, respectivamente. Para mayor profundización consultar: Hemispheric Air Pollution: Trends and Intercontinental Transport of Photo-Oxidants, Particles and their Precursors across the Northern Hemisphere (Observations, Models, Policy Implications), (EB.AIR/GE.1/2003/7, 27 June 2003). Disponible [en línea] [libre acceso] recuperado el 06.07.2011 <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2003/eb/ge1/eb.air.ge.1.2003.7.e.pdf>

⁹⁹⁸ Vid. *Hemispheric Air Pollution: Trends and Intercontinental Transport of Photo-Oxidants, Particles and their Precursors across the Northern Hemisphere*. (Observations, Models, Policy Implications), EB.AIR/GE.1/2003/7 27 June 2003.

⁹⁹⁹ Vid. Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution, (2010), "Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 Part d: Answers to Policy-Relevant Science Questions". *Air Pollution Studies No. 20*, UN, New York and Geneva. En general, se aprecia en latitudes medias del hemisferio norte, que la circulación general está dominada por los vientos del oeste que provienen de Asia a través del Océano Pacífico Norte a América del Norte; América del Norte a través del Océano Atlántico del Norte a Europa y desde Europa a Asia. La contaminación es arrastrada en este flujo que pasa por los sistemas frontales y por convección se elevan los contaminantes de la capa más baja de la troposfera, conocida como la capa

En lo que concierne a los distintos contaminantes, el promedio de las concentraciones de ozono y de sus precursores a nivel del suelo está influenciado por el transporte hemisférico. Este incremento promedio de la carga del hemisferio parece tener un efecto mayor que los eventos discretos de transporte intercontinental. En el caso de los aerosoles y sus precursores, sus flujos episódicos parecen ser más importantes en el transporte intercontinental, siendo su distribución espacial más heterogénea que el del ozono, debido principalmente a la naturaleza episódica de la fuente de emisión, así como la eliminación por deposición húmeda. Por último, el mercurio elemental, por las exportaciones en la troposfera libre contribuye al aumento de contaminantes a nivel hemisférico y mundial. Los patrones de deposición de mercurio están más relacionados con los patrones de las emisiones y la precipitación de los acontecimientos de transporte. La contribución del transporte intercontinental de la deposición de mercurio anual varía de un continente a otro. Los estudios de modelización sugieren que la contribución relativa de las fuentes de emisiones en otros continentes a la deposición de mercurio anuales es el más grande de América del Norte, menos para Europa, y la más baja de Asia, que se debe principalmente a la distribución espacial de las emisiones.

Con estas y otras conclusiones el *Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution* (TF HTAP), comienza su estudio entregando informes anuales. Desde su primera reunión en junio de 2005, el TF HTAP, ha organizado una serie de proyectos y estudios destinado a mejorar el conocimiento sobre el transporte intercontinental de ozono (O₃), partículas (PM), mercurio (Hg), y contaminantes orgánicos persistentes. Asimismo ha organizado una serie de reuniones y talleres organizados en una variedad de lugares en América del Norte, Europa y Asia, que han asistido más de 700 expertos de más de 38 países¹⁰⁰⁰. En 2007, basándose en resultados preliminares del programa

límite atmosférica (ABL), y en la troposfera media y alta, donde puede ser rápidamente transportados hacia un continente a favor del viento. El transporte intercontinental también se produce en la capa límite, pero a velocidades más lentas. Transporte a larga distancia de contaminantes puede producir distintas columnas en la zona media y superior de la troposfera, cabe notar que para que estos contaminantes afectan la calidad del aire en un continente o región lejana, contaminación debe descender a la superficie.

¹⁰⁰⁰ El TF HTAP trabaja conjuntamente con otros grupos de trabajo y los centros en el marco de la Convención, así como de otras organizaciones internacionales como la The World Meteorological Organization, the United Nations Environment Programme's Chemicals Programme y Regional Centres, the International Geosphere-Biosphere Program-World Climate Research Program's Atmospheric Chemistry and Climate (AC&C) Initiative, y the Global Atmospheric Pollution Forum.

de trabajo, se realiza una primera evaluación del transporte intercontinental de ozono y las partículas para adjuntar a la revisión del Protocolo RAEO₃ de Gotemburgo.

La concentración o deposición observada en un determinado lugar se debe a la circulación en la atmósfera, a la ubicación y magnitud de las emisiones, a las transformaciones químicas y físicas de los contaminantes, y a las interacciones con que se pueden sufrir por condiciones de entorno en general.

Algunas de las observaciones extraídas de los datos obtenidos señalan por ejemplo, que las evidencias más tangibles del transporte intercontinental de contaminantes atmosféricos - provenientes de imágenes satelitales del transporte de PM, visibles con claridad - generalmente se encuentran asociados con los incendios forestales o de la hierba, y el viento generado por las tormentas de polvo del suelo, que viajan a través de los océanos y los continentes.

Asimismo el transporte de emisiones se encuentra fuertemente influenciado por las condiciones meteorológicas, tanto respecto de su formación como de su transporte, del cual se aprecian evidencias de su transporte a gran distancia. Un dato a destacar es la formación de aerosoles secundarios a partir de precursores transportados de otras regiones.

Se han encontrado indicios de una tendencia creciente en las concentraciones basales de ozono, es decir, las concentraciones de masas de aire sin la contribución de las emisiones antropogénicas locales. Las mediciones indican que durante la segunda mitad del siglo XX, las concentraciones de ozono al norte de latitudes medias aumentaron por un factor de dos o más. Es probable que gran parte de este cambio se deba al aumento de las emisiones antropogénicas de los precursores de ozono y su transporte.¹⁰⁰¹

Las mediciones en algunos lugares de las costas occidentales de Europa y

¹⁰⁰¹ Vid. LANGNER, L., BERGSTRÖM, R.; FOLTESCU, V. (2005), "Impact of climate change on surface ozone and deposition of sulphur and nitrogen in Europe", *Atmospheric Environment* 39:1129–1141. Usando una técnica de etiquetado, se han encontrado indicios que muestran ozono que se encuentra en la superficie de Europa ha tenido sus orígenes en continentes de América del Norte o Asia o en otros lugares del mundo. De esta manera, las contribuciones al ozono que se encuentran en 21 sitios de monitoreo desplazados en distintos lugares de Europa, se pueden atribuir a la producción en América del Norte y Asia, lo que demuestra que el transporte intercontinental de ozono es un proceso eficiente. Las pruebas de sensibilidad a nivel mundial de fuentes artificiales de NO_x y de monóxido de carbono indican que la capa de ozono global de control de las emisiones precursoras pueden contribuir a alcanzar las metas regionales de la política de calidad de aire para el ozono en Europa.

América del Norte muestran claramente que las corrientes de aire transoceánicas pueden llevar a concentraciones de ozono que se acercan o superan los estándares de calidad del aire, pudiendo mezclarse con los gases presentes en la superficie lo que agrava la calidad del mismo. Este fenómeno es particularmente notable en áreas con bajas emisiones. El impacto sobre la calidad del aire en la superficie depende de la mezcla vertical de aire en la capa límite, que se ve reforzada por la topografía compleja.¹⁰⁰²

Se ha demostrado que la contribución de fuentes externas antropogénicas y naturales a la deposición de mercurio en los distintos continentes varía del 30% al 70% del valor total. Además, aproximadamente la mitad de la deposición de mercurio en una región tan remota como el Ártico se debe al transporte de fuentes de emisiones antropogénicas. Por lo tanto, se podría concluir que la contribución del transporte intercontinental del mercurio atmosférico es comparable con el de la contaminación regional, incluso en regiones industrialmente desarrolladas del hemisferio norte.¹⁰⁰³ Asimismo, existen evidencias del transporte intercontinental de Hg en el Ártico, que no tiene fuentes antropogénicas principales, por la presencia de mercurio en el tejido de muchos seres vivos que lo habitan.

Por su parte una de las grandes complicaciones de presentan los POP, es que presentan una larga vida útil, a menudo circulando entre los diferentes medios: aire, agua, suelo, vegetación, nieve y hielo. De este modo, a través de las emisiones directas, su transporte o ciclos repetidos de emisión y transporte, deposición y reemisión, los POP pueden terminar en el medio ambiente lejanos de su fuente de emisión. Por tratarse de distintos compuestos con características químicas muy distintas, los mecanismos que dominan su transporte intercontinental varían entre

¹⁰⁰² Vid. DENTENER, F., KEATING, T.; AKIMOTO, H. (Ed.) (2010), "Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 Part A: Ozone and Particulate Matter". *Air Pollution Studies* No. 17, (ECE/EB.AIR/100), UN, New York and Geneva.

¹⁰⁰³ Vid. TRAVNIKOV, O. (2005), "Contribution of the intercontinental atmospheric transport to mercury pollution in the Northern Hemisphere". *Atmospheric Environment* 39: 7541–7548. "Task force on hemispheric transport of air pollution, (2010)", Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 Part D: Answers to Policy-Relevant Science Questions. *Air Pollution Studies* No. 20, (ECE/EB.AIR/103), UN, New York and Geneva. En la atmósfera, al mercurio se le encuentra en forma elemental Hg⁰ y Hg iónico, como gas o partículas. Mientras que las PM normalmente son eliminadas de la atmósfera por deposición húmeda o seca en cuestión de días a semanas, el ozono puede durar semanas o meses, el Hg⁰ tiene un tiempo medio de permanencia en la atmósfera de seis meses a un año.

cada POPs¹⁰⁰⁴.

Como se indica en el informe, si bien existen datos y observaciones suficientes para demostrar el transporte a escala intercontinental de partículas en suspensión (PM), O₃, Hg, y de contaminantes orgánicos persistentes, para entender como afectan estos flujos intercontinentales a la salud o sus impactos al medio ambiente –pasados, presentes y futuros- la evidencia observacional debe ser combinada con los modelos cuantitativos que describen los procesos de emisión, el transporte, transformación y deposición.

Con esta mirada rápida a los programas “*Capacity building activities*”, y el programa sobre contaminación transhemiférica, como también, con algunos de los datos entregados a lo largo del trabajo respecto de disminuciones de las emisiones de los contaminantes incluidos dentro del régimen, si tuviéramos que emitir una primera apreciación, esta plantearía que el régimen ha logrado cumplir en gran medida con sus objetivos, por lo que diríamos que ha sido eficaz y, asimismo, señalaríamos que el nivel de cumplimiento del mismo es considerable. Esta valoración, que a la luz de los datos es fácilmente confirmable, a nuestro juicio merece un examen algo más minucioso en el sentido de posicionar este régimen, dentro de un contexto global, asumiendo las inevitables injerencia de múltiples variables y factores, y muchos de ellos no tienen nada que ver con la política medioambiental en un sentido estricto, que de una u otra forma han afectado en mayor o menor medida su desarrollo.

3.3. Los resultados de más de treinta años de Convenio

En nuestro último apartado nos detendremos a considerar algunos datos sobre emisiones de contaminantes con el objetivo de debatir la incidencia del régimen

¹⁰⁰⁴ Vid. DUTCHAK, S.; ZUBER, A. (Ed.) (2010), “Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 Part C: Persistent Organic Pollutants”. *Air Pollution Studies* No. 19. Prepared by the Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution, (ECE/EB.AIR/102), UN, New York and Geneva. Normas nacionales e internacionales han reducido la producción, consumo y liberación al medio ambiente de una serie de contaminantes orgánicos persistentes (como el HCH, los plaguicidas organoclorados DDT y otros, las dioxinas / furanos). Los inventarios de utilización y liberación de tales sustancias reguladas en general confirman la eficacia de las políticas. Debido a la velocidad lenta de la decadencia de los contaminantes orgánicos persistentes, las sustancias reguladas permanecerán durante mucho tiempo en el medio ambiente. En algunos casos, la disminución de las tendencias temporales de algunas sustancias (por ejemplo, el HCH técnico) indicó una respuesta a los controles internacionales.

sobre los mismos, pues como veremos, existen autores que ponen en duda la efectividad del régimen en este sentido.

En adelante revisaremos algunos de los resultados de las tasas de emisiones¹⁰⁰⁵, contrastándolos con distintos escenarios efectivos de distintos países, con el objetivo de intentar mostrar y dimensionar el impacto real de este régimen, o dicho de otro modo, cuanto podrían haber afectado factores externos mundiales o internos de cada país¹⁰⁰⁶, tomando en cuenta que lleva más de treinta años de vida, y que una importante fuente de contaminantes procede del tipo de fuente energética utilizada - la que durante estos años ha sufrido importantes crisis -, entre muchas otras variables.

Para iniciar esta revisión daremos el dato que se refiere a la tendencia de las emisiones de SOx, de la Unión Europea desde los años 1990 y 2008, donde se aprecia una disposición a la baja, por ejemplo, entre los años 1990 y el año 2000, se produjo una disminución de un 60,89% y entre 1990 y 2008, la disminución es de un 77,65%. (Gráfico N°1).

Ahora bien, esta misma tendencia la podemos encontrar con respecto a otros contaminantes incluidos¹⁰⁰⁷ en el régimen de la Convención LRTAP, de mayor o menor importancia. Evidentemente teniendo en cuenta las excepciones, que también

¹⁰⁰⁵ Los datos de algunos de los contaminantes más importantes a los cuales nos referiremos están extraídos de los database del *Centre on Emission Inventories and Projections* (CEIP), y que se encuentra en el Anexo II de nuestro trabajo.

¹⁰⁰⁶ Nuestro objetivo no es realizar un examen riguroso de la efectividad del régimen, análisis que merece una dedicación específica y de gran extensión. Con este ejercicio queremos presentar algunas de las variables que pueden haber influido en la efectividad del régimen ajenas a su control. En este sentido, como ya hemos mostrado en apartados anteriores (Cap. II, 4.4; Cap. III, 2.2) esta línea de investigación cuenta con numerosos estudios, muchos de los cuales realizados, por ejemplo, por YOUNG, O.R., quien ha dedicado gran parte de sus trabajos al estudio de la efectividad de los regímenes ambientales, solo para citar algunos: (1980), "International Regimes: Problems of Concept Formation". *World Politics*; Vol. 32, No. 3, (Apr.) 331-356; (1989), "The politics of international regime formation: managing natural resources and the environment". *International Organization*; 43:349-375; (2001), "Inferences and indices: Evaluating the effectiveness of international environmental regimes". *Global Environmental Politics*, 1(1), 99-121; (2004), "Institutions and the growth of knowledge: Evidence from international environmental regimes". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 4(2), 215-228; (2008), "The architecture of global environmental governance: Bringing science to bear on policy". *Global Environmental Politics*, 8(1), 14-32; YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (2006), "The International Regimes Database: Designing and Using a Sophisticated Tool for Institutional Analysis". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 3, August 2006, pp. 121-143; LEVY, M.A., YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (1996), "The study of international regimes". *International Institute for Applied Systems Analysis*; BREITMEIER, H., UNDERDAL, A.; YOUNG, O.R. (2011), "The effectiveness of international environmental regimes: Comparing and contrasting findings from quantitative research". *International Studies Review*. (13), 1-27.

¹⁰⁰⁷ Vid. Anexo II.

las apreciamos, éstas en general corresponden a países y períodos donde los desarrollos industriales propios del crecimiento económico han dado lugar a aumentos en las emisiones, situación que tiene su cara opuesta como apunta WETTESTAD¹⁰⁰⁸ cuando en general se aprecia una baja en las emisiones en relación con una recesión económica, por la consiguiente disminución de la actividad industrial.

Ahora bien, para realizar este ejercicio de revisión de resultados no podemos dejar al margen los datos y evaluaciones entregadas por la *European Environmental Agency* en su Technical report No 8/2012¹⁰⁰⁹, donde destaca que 11 Estados han superado los valores exigidos para 4 contaminantes incluídos en el Protocolo RAEO₃. Si bien se reconoce que en las últimas décadas se ha notado una disminución en las emisiones, donde tanto las normativas europeas como las internacionales han resultado efectivas, los últimos datos obtenidos muestran que se debe seguir trabajando en consolidar estas disminuciones.

Los datos muestran que 11 Estados miembros de la Unión Europea, han excedido los techos de emisiones, por ejemplo: España y Dinamarca, 3 contaminantes: NO_x, compuestos orgánicos volátiles no metano (NMVOCs) y NH₃. Por su parte, Alemania ha sobrepasado los valores permitidos para NMVOCs y NO_x; Austria, Bélgica, Francia, Irlanda, Luxemburgo, Países Bajos, Suecia, se han excedido en NO_x, y Finlandia NH₃.

- Of the main air pollutants, sulphur oxide (SO_x) emissions have fallen the most since 1990 (-82 %), followed by carbon monoxide (CO) (-62 %), non-methane volatile organic compounds (NMVOCs) (-56 %), nitrogen oxides (NO_x) (-47 %) and ammonia (NH₃) (-28 %). Emissions of fine particulate matter (PM_{2.5}) have fallen by 15 % since 2000.
- Road transport, households, electricity generating plants, agriculture and certain industry sectors are collectively the most important sources of several different pollutants.

Despite long-term downward trends, in 2010 Member States reported increased emissions of many heavy metals and persistent organic pollutants compared to 2009 –

¹⁰⁰⁸ Vid. WETTESTAD, J. (1997), p. 239.

¹⁰⁰⁹ Vid. European Union emission inventory report 1990–2010 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP). EEA Technical report No 8/2012. Jul 13, 2012

for example, lead increased by 9.1 %, cadmium by 7.5 %, arsenic by 4.9 % and chromium by 12.6 %. These increases were partly due to growing emissions from households and certain industrial sect

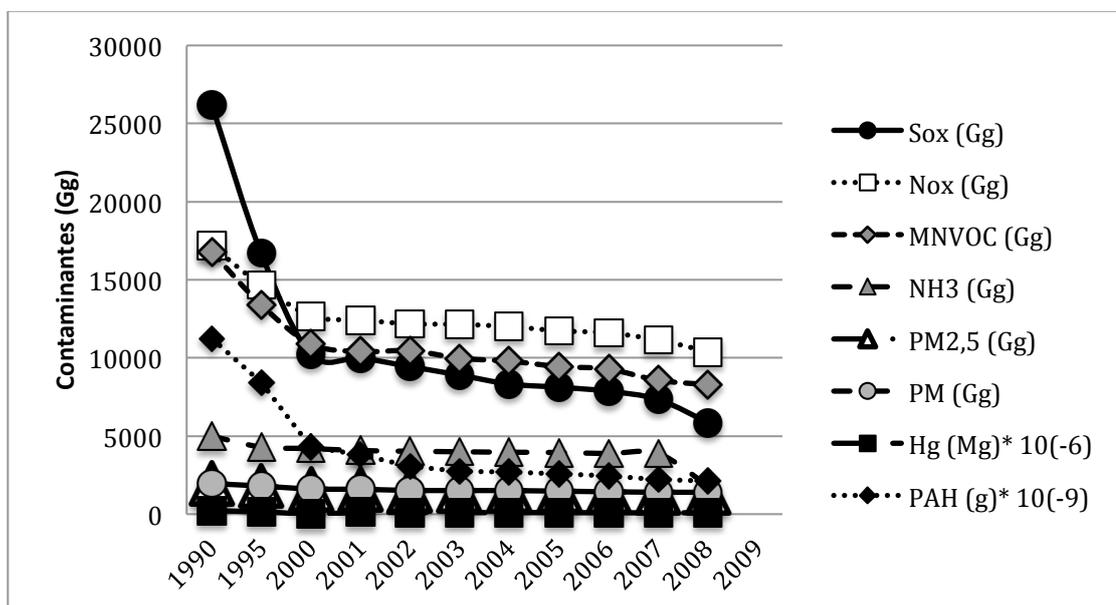
Cabe asumir que para poder realizar cualquier apreciación al respecto, debemos tener en cuenta que un régimen de esta envergadura cuenta con la adhesión de países que, como mínimo, cuentan con distinta historia, economía, recursos naturales, desarrollo sociocultural y político, geografía, etc., lo que sumado a variables externas comunes como puede ser la crisis del petróleo de 1973-74, suman una no despreciable cantidad de variables a tener en cuenta.

Un ejemplo que consideramos necesario destacar, pues nos puede ayudar a visualizar lo antes planteado, es lo ocurrido con tres países escandinavos: Noruega, Suecia y Finlandia. Como ya se ha señalado, la región escandinava fue de las primeras en constatar las consecuencia de niveles excesivos de contaminantes atmosféricos y su precipitación, por lo que en gran medida son los responsables de la adopción de la Convención en 1979 y sus protocolos, pero en particular de los Protocolos de SO_x de 1985 y el de 1994.

Si recordamos, con posterioridad a la Convención de 1979, constatando la falta de acuerdo para la limitación de emisiones, estos países forman el llamado “Club del 30%” como un medio para persuadir a otros Estados de la necesidad de la elaboración de un protocolo que limitara las emisiones de SO_x al menos en este porcentaje. Logrado el objetivo, los tres países ratifican el Protocolo que entró en vigor en 1987, pudiéndose apreciar niveles destacados de disminución de emisiones con objetivos impuestos. Es así como Suecia y Noruega se imponen unilateralmente una cuota de reducción de un 80%. Finlandia excede en 30% su target de 50%. Valores que podemos apreciar en la Tabla N° 17.

GRÁFICO Nº 1

Tendencia de las emisiones de contaminantes atmosféricos de la Unión Europea



Fuente: Centre on Emission Inventories and Projections (CEIP), y que se encuentra en el Anexo II de nuestro trabajo.

Cabe notar que fueron solamente 19 las Partes firmantes de la Convención, las que firmaron y ratificaron el Protocolo de Helsinki. De estas, salvo Bielorrusia, lograron la reducción del 30% de las emisiones de azufre al año 1992; de hecho, 10 de estas lo habían cumplido al momento de la firma del Protocolo en 1985, y otras tres en el momento en que el Protocolo entró en vigor en 1987, lo que ayuda a explicar por qué el Protocolo fue tan rápidamente negociado y puesto en vigor, si lo comparamos con el tiempo y las trabas que tuvo que afrontar la celebración de la Convención en 1979¹⁰¹⁰.

Tabla Nº 17
Emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno (1000 tons/año)
Finlandia, Noruega y Suecia

	SOx 1980	SOx 1994	% de Reducción	NOx 1980	NOx 1999	% de Reducción
Finlandia	292	58	80	295	285	4
Noruega	70	18	74	184	225	-22
Suecia	254	48	81	454	392	14

Fuentes: MUNTUN, D., et. al. (1999), "Acid Rain in Europe and North America", en YOUNG, O.R. (Ed.) (1999), pp.178-179.

¹⁰¹⁰ Vid. CHURCHILL, R.R., KUUTTING, G.; WARREN, L.M. (1995), "The 1994 UN ECE sulphur protocol". *Journal of Environmental Law*, 7(2), 169-198, p. 177.

Ahora bien, constatando estas disminuciones cabe destacar algunas de las medidas efectuadas por los países para lograr estos índices. Por ejemplo, como recuerdan MUNTON, *et. al.*,¹⁰¹¹ Noruega lleva a cabo una restricción del contenido de azufre del carbón en 1976 y 1983. Asimismo, como consecuencia de la crisis del petróleo de 1973-74, evento que provoca un importante aumento en el precio de crudo y que pone de manifiesto la inestabilidad de este mercado, tanto Suecia como Finlandia emprendieron una reestructuración de sus políticas energéticas, optando por la utilización de la energía nuclear como una alternativa, poniéndose en marcha las primeras plantas nucleares en 1980. En este campo Noruega, con su gran riqueza en recursos hídricos provenientes del Mar del Norte, en vista de la situación mundial, incrementa su dependencia con la energía hidroeléctrica¹⁰¹².

Por su parte, CHURCHILL, KUUTTING y WARREN¹⁰¹³, si bien reconocen algún éxito limitado al Protocolo de Helsinki, también lo critican por varios motivos. En primer lugar, por haber realizado una selección arbitraria de reducción del 30%, sin aval científico; en segundo lugar, si bien el aplicar una baja estándar favorece la claridad de la medida, esta no asume las fluctuaciones regionales en la intensidad de las emisiones de azufre, ni específicamente las fuentes que tienen más probabilidades de ser responsables de la contaminación atmosférica transfronteriza; en tercer lugar, se elige un año base que no otorga igualdad en las condiciones iniciales de las Partes, lo que no es menor si consideramos que el Reino Unido se negó a unirse exactamente estas razones; en cuarto lugar, el Protocolo no toma en cuenta las probables sinergias entre contaminantes.

A la luz de lo relatado surgen varias cuestiones, como por ejemplo, ¿se hubiesen logrado semejantes disminuciones sin la existencia de la Convención y el Protocolo SOx de Helsinki?, o ¿qué importancia tiene el hecho de que tratamos con

¹⁰¹¹ Vid. MUNTON, D., *et. al.* (1999), p. 183.

¹⁰¹² Vid. WETTESTAD, J. (1997), pp. 240-241. Situaciones semejantes encontramos en UK por ejemplo, donde se produce una baja en las emisiones por una baja demanda de energía como resultado de la recesión de los años 1980, se produce una baja en las emisiones. Por su parte en los Países Bajos, una gradual conversión en el servicio "doméstico" a gas natural. O en Noruega, se ha avanzado mucho por el cierre de las minas de cobre no rentables, disminuyendo el consumo de crudo. Son ejemplos de algunos factores ajenos a la cuestión ambiental que ha ayudado a la baja de las emisiones de SOx. Pero existen algunas excepciones, como es el caso de Alemania, donde las regulaciones de tipo medioambiental, parecen las responsables en gran medida de estas bajas en las tasas.

¹⁰¹³ Vid. CHURCHILL, R.R., KUUTTING, G.; WARREN, L.M. (1995), pp. 179-180.

una problemática transfronteriza?, o ¿cuanto influye el hecho de que estos países hayan contado con gobiernos y sociedades (voluntad política y apoyo social) sensibles a las consecuencias de la “lluvia ácida”?, o frente a un aumento del precio del crudo, otros países sin los medios económicos, sociales o culturales, y los recursos naturales, ¿hubieran podido asumir los costos de una transformación energética?, etc.¹⁰¹⁴

Conscientes de la dificultad, en el marco de nuestro trabajo, de contar con los fundamentos teóricos suficientes para obtener respuestas a estas cuestiones, solamente señalaremos algunas apreciaciones a tener en cuenta.

Sin el cambio de la matriz energética hubiese sido imposible obtener tan elevados porcentajes de disminución de emisiones, pues hay que tomar en cuenta que la transformación que se realiza, al menos desde el punto de vista de emisiones de contaminantes atmosféricos son incomparables, fundamentalmente la energía nuclear. Por otra parte, los costos de la transformación en ambos casos son de gran cuantía en términos económicos, exigiendo al mismo tiempo la consiguiente inversión tanto por el sector público como el privado, por las necesarias transformaciones que se deben realizar. Asimismo, transformaciones de este calado requieren de una sociedad civil dispuesta y concienciada capaz de asumirlas. Del mismo modo, el gobierno debe tener la voluntad política para liderarlas, voluntad que se fortalece si se cuenta con el apoyo de los distintos actores sociales.

Planteado de esta forma, en términos generales podemos asumir que lo anterior es independiente de la existencia de la Convención y los protocolos, salvo que fueron estas sociedades tras sus respectivos gobiernos los que los impulsaron en gran medida logrando introducir en la agenda de la UNECE - entre otros organismos, o acontecimientos como la adopción del Principio 21 de la Conferencia de UN sobre el Medio Ambiente Humano de 1972 en Estocolmo -, la necesidad de atajar esta situación dentro de un marco internacional, pues esta problemática no tiene fronteras y requiere de una acción conjunta. La CLRTAP y sus protocolos como concluyen

¹⁰¹⁴ Según (OECD) (1990), *Control for Economic Cooperation and Development Organization Strategies for Photochemical Oxidants across Europe*. Paris: OECD. En 1980, las fuentes de las emisiones de azufre fueron: 47,8% de las centrales eléctricas, de 37,4% de la industria, el 10% de las actividades residenciales y comerciales, 3,7% de los contaminantes móviles (por ejemplo, coches y camiones) y 1% otros, las fuentes de las emisiones de NOx fueron: 53,6% de los contaminantes móviles, el 23,5% de las centrales eléctricas, el 15,4% de la industria, 6,1% de las actividades residenciales y comerciales y un 1,3% otros.

MUNTON, *et. al.*,¹⁰¹⁵ han servido como instrumentos de presión internacional, pues sin este instrumento los países escandinavos no hubiesen podido influir en la política medioambiental de otros Estados. Más aún, el gobierno sueco adopta la idea de estimular el contacto con las ONG ambientales, como otro mecanismo de concienciación.

Ahora bien, dentro de este marco vale la pena detenerse en lo que señala BARRETT¹⁰¹⁶ quien no discute la disminución de emisiones de óxido de azufre posterior al Protocolo de Helsinki, pero en cambio si plantea algunas dudas respecto al verdadero impacto que provocó el primer protocolo de este régimen ambiental. Es así como se detiene en el comportamiento de distintos países frente a la reducción de emisiones, y las razones que a su juicio motivaron este cambio. Por ejemplo por una parte señala a los países escandinavos¹⁰¹⁷ que se imponen cuotas de reducción mayores a lo que estipula el protocolo, o como el caso de los Países Bajos, Alemania¹⁰¹⁸, Suiza o Austria, que al igual que estos por haber sufrido las

¹⁰¹⁵ Vid. MUNTON, D., *et. al.* (1999), pp. 184-185. Cabe recordar que el gobierno sueco, por intermedio de sus ministerios de agricultura y de relaciones exteriores, aportan fondos para establecer una ONG sueca, la Secretaría sobre Lluvia Ácida en Goteburgo en 1982.

¹⁰¹⁶ Vid. BARRETT, S. (2003), *Environment and statecraft : the strategy of environmental treaty-making*, Oxford: Oxford University Press, cop., pp. 6-15. El autor recurre al politólogo M. Levy respecto sus apreciaciones sobre el Protocolo SOx de Helsinki, el Protocolo NOx de Sofía. LEVY, M.C. (1993), "European Acid rain: The Power of Tote-Board Diplomacy", en HAAS, P.M., KEOHANE, R.O.; LEVY, M.C. (Ed.), (1993), *Institutions for the Earth: Sources of Effective International Environmental Protection (Global Environmental Accord: Strategies for Sustainability and Institutional Innovation)*, MA.: MIT Press, 75-132; LEVY, M.A. (1995); El enfoque de Levy, de línea cualitativa también es apoyada por el análisis econométrico sofisticado del Protocolo SOx de Helsinki de MURDOCH, J.C.; SANDLER, T. (1997), "Voluntary cutbacks and pretreaty behavior: The Helsinki protocol and sulfur emissions", *Public Finance Review* Volume 25, Issue 2, March 1997, Pages 139-162; MURDOCH, J.C., SANDLER, T.; VIJVERBERG, W.P.M. (2003), "The participation decision versus the level of participation in an environmental treaty: a spatial probit analysis". *Journal of Public Economics*, Volume 87, Issue 2, February, Pages 337-362.

¹⁰¹⁷ Vid. MUNTON, D., *et. al.* (1999), pp. 185-186. Como nos recuerdan los autores, el gobierno noruego inicialmente no estaba por la labor de tomar medidas contra la fundición de Bodo, ubicada cercana a la frontera con Suecia y tanto los sindicatos como la dirección de la empresa querían mantenerla abierta. Finalmente Suecia - citando las regulaciones LRTAP -, convenció a Noruega para cerrar la fundición en 1986.

¹⁰¹⁸ Vid. SPRINZ, D.; VAAHTORANTA, T. (1994), "The Interest-based Explanation of International Environmental Policy", *International Organization*, 48:1 (Winter), 77-105. pp. 97-100. Cabe recordar que la posición de Alemania occidental, en ese momento República Federal Alemana (FRG) cambió drásticamente luego de la publicación de su primer estudio integral del bosques en 1982. Donde gran parte de sus bosques fueron clasificados como dañados por efectos de la acidificación del medio y la deposición ácida. Con estos elementos en la Conferencia de 1982 de Estocolmo sobre el medio ambiente, asume una postura dura frente a la acidificación, donde no sólo reconocía el impacto del dióxido de azufre y óxido de nitrógeno en el deterioro de los bosques, solicitando la intensificación de los esfuerzos a nivel internacional level. En consecuencia, sólo el Reino Unido mantiene su postura en contra ralentizando las negociaciones.

consecuencias de la “lluvia ácida” tenían incentivos como para reducir sus emisiones unilateralmente, siendo en definitiva más provechoso el haber aplicado sus propios *targets* que si lo hubiesen realizado solo bajo el paraguas del Protocolo. Asimismo, otros países como Francia, Bélgica e Italia, consideraban la reducción mayor de 30%, por cambio en las políticas energéticas, no teniendo ninguna relación con la “lluvia ácida”. En cambio, otros grandes emisores no lo ratifican, como es el caso de Reino Unido, Polonia, y EEUU¹⁰¹⁹. El autor recurre a estudios del politólogo Marc Levy, quien respecto a este comportamiento tan contrapuesto, plantea que solo fue una manera de codificar lo que la mayoría de las Partes estaban planeando hacer de todos modos. Y otros, como los países del Este, firmaron el protocolo sin intenciones de cumplirlo, con el único propósito de poner en aprietos a los no firmantes como Reino Unido¹⁰²⁰ y EEUU.

Por otra parte, y dentro del mismo marco, existen otros estudios como el realizado por el economista MURDOCH¹⁰²¹ que llega a indicar que las acciones de las Partes del Protocolo de Helsinki no hubiesen sido perceptiblemente diferentes de haber actuado con un sistema no cooperativo, pues hubiese caído la misma cantidad de emisiones de “lluvia ácida”.¹⁰²²

¹⁰¹⁹ Vid. WETTESTAD, J. (2002), “The Convention Long-range Transboundary Air Pollution”, en MILES, E.; ANDRESEN, S., CARLIN, E.M. SKJAERSETH, J.B., UNDERTAL, A.; WETTESTAD, J. (2002), *Environmental regime effectiveness: confronting theory with evidence*. Cambridge, MA: The MIT Press, cop., p. 199

¹⁰²⁰ Nótese que UK presenta una baja considerable en las emisiones, por ejemplo entre 1990 y 2009, presenta una disminución de 89%, aunque que no ratificó el Protocolo SOx de Helsinki.

¹⁰²¹ Vid. MURDOCH, J.C.; SANDLER, T. (1997).

¹⁰²² Los conceptos: “sistema cooperativo” y “no cooperativo”, son aplicados dentro de la llamada “Teoría de Juegos”, utilizada cada vez más en distintas áreas fundamentalmente en la económica. El matemático John von Neumann fue quien la adaptó matemáticamente, y comienzos de la década de 1940, el economista Oskar Morgenstern, trabajó esta teoría dentro del marco económico, publicandon sus resultados en 1944, en el libro “*Theory of Games and Economic Behavior*”.

En general podemos encontrar dos clases de juegos, los cuales plantean problemáticas y forma de análisis distintas. Es así como podemos encontrar un primer caso donde los jugadores pueden comunicarse entre ellos y negociar los resultados, se tratará de juegos con transferencia de utilidad o también llamados juegos cooperativos, en los que la problemática se concentra en el análisis de las posibles coaliciones y su estabilidad. El segundo caso lo encontramos en los juegos sin transferencia de utilidad o también llamados juegos no cooperativos, donde los jugadores no pueden llegar a acuerdos previos; conocidos son los juegos llamados “la guerra de los sexos”, el “dilema del prisionero” o el modelo “halcón-paloma”. Para mayor profundización, Véase, por ejemplo: BINMORE, K. (2009), *Teoría de juegos: una breve introducción*, Madrid, Alianza, cop.; PÉREZ NAVARRO, J., JIMENO PASTOR, J.L.; CERDÁ TENA, E. (2004), *Teoría de juegos*. Madrid, Prentice Hall, cop.

Ahora bien, un importante grupo de economistas han centrado parte de su estudio en el plano del Derecho internacional ambiental, particularmente en la formación e implementación de acuerdos ambientales, utilizando la teoría de juegos como una herramienta para comprender estos mecanismos. Existen dos líneas de pensamiento, por una parte, encontramos a autores como: Finus; Carraro,

BARRET¹⁰²³, por su parte también rescata el análisis realizado por K.G. Mäler quien sostiene que la plena cooperación sólo puede sustentarse dentro del marco del acuerdo, si algunos países como el Reino Unido, alto generador de emisiones, tuvieran compensaciones de otros para reducir sus emisiones. Esta apreciación la sustenta en el hecho que hemos planteado ya en varias ocasiones, y que dice relación con las características de este tipo de contaminación, como por ejemplo, que el mayor afectado no es necesariamente quien contamina más, existiendo una gran asimetría en este sentido. Por esta razón es fundamental que cada país reduzca sus emisiones en la medida de su generación; como sostiene Mäler, se pueden obtener mejores resultados cuando el Reino Unido reduce sus emisiones que cuando Irlanda lo hace. Sin embargo como cuestiona BARRET, el Protocolo de Helsinki no toma en cuenta estas asimetrías, no asume las compensaciones imponiendo el mismo porcentaje a todos los emisores.

En general, existe unanimidad entre estos autores en que tanto la Convención como el Protocolo de Helsinki han tenido importantes efectos al elevar la conciencia de los problemas de la contaminación del aire en Europa, con un sistema de monitoreo de la contaminación del aire que entrega datos consistentes, lo que reduce la incertidumbre sobre las causas y el alcance de la contaminación de dióxido de azufre, facilitando además el intercambio de información científica entre las

Siniscalco; Loannides, Papandreou, Sartzetakis; Carraro, Eyckmans; Chander, Tulkens; quienes utilizan los conceptos de la teoría de “juegos cooperativos” con el fin de modelar la formación de los MEA (multilateral environment agreements). Esta es una visión bastante optimista y muestra que la firma de los acuerdos realizada por todos los países es estable siempre que la utilidad sea transferible y donde los pagos o deberes son adecuados.

Una segunda corriente utiliza los conceptos de la teoría de juegos “no cooperativos” para modelar la formación de los MEA, donde en el primer nivel el vínculo entre la actividad económica y el ambiente físico se establece con el fin de generar el modelo económico-ecológico. Este vínculo se establece en función del bienestar social, donde la función de bienestar social se representa como la diferencia entre el “beneficio” de la contaminación y el daño ambiental. Siguiendo este enfoque, los países juegan un juego de dos etapas. En la primera etapa, cada país decide unirse o no de la MEA. En la segunda etapa, cada país decide sobre las emisiones.

Para realizar este análisis de dos etapas, se utilizan distintos supuestos, siendo algunos de los principales: las decisiones son simultáneas en ambas etapas; los países se presentan con los acuerdos individuales; dentro de la coalición, los jugadores juegan cooperativamente, y la coalición y los países fuera compiten de forma no cooperativa entre ellos, etc. esta perspectiva presenta una visión pesimista de las perspectivas de éxito de cooperación entre los países. Afirmando que una gran coalición de los firmantes no es estable, y que el incentivo del free-rider es fuerte.

¹⁰²³ Vid. BARRETT, S. (2003), p. 11. Citando a MÄLER, K.G. (1990), “Internacional Environmental Problems”. *Oxford Review of Economic Policy*, 6: 80-180.

naciones¹⁰²⁴. Como lo señalan CHURCHILL, KUUTTING, y WARREN¹⁰²⁵, una parte del cambio obtenido y la consiguiente disminución de las emisiones, sin duda es atribuible a una mayor comprensión de los efectos de la “lluvia ácida”. Este aumento en el conocimiento científico, sin embargo, se debe a la Convención, a la organización del EMEP y los esfuerzos de investigación coordinados por esta, no al Protocolo de Helsinki.

Por su parte, RINGQUIST y KOSTADINOVA¹⁰²⁶ critican los estudios que no han tenido en cuenta el hecho que la ratificación del Protocolo no es al azar sino el resultado de un proceso que implica la toma de una decisión. Como resultado de sus evaluaciones concluyeron que el Protocolo de Helsinki 1985 no tuvo efectos significativos sobre las emisiones de azufre –su análisis se basa en modelos estimativos, centrándose en la diferencia de las emisiones antes y luego de la firma del protocolo comparándolo con los resultados en los países no signatarios-.

Dentro del mismo marco de análisis FINUS y TJØTTA¹⁰²⁷ destacan que países firmantes como Austria, Bélgica, Francia y Noruega, alcanzaron el objetivo de reducción en 1985, y no firmantes como Irlanda y España, lograron reducciones de las emisiones anuales de más del 30% ya en 1985. Ya en 1993 todos los firmantes habían cumplido la meta siendo incluso en muchos casos muy por encima del 30%. En general, en 1993, los países firmantes habían reducido las emisiones anuales en un 55%, y los no firmantes en un 31%, superando el nivel objetivo del Protocolo de Helsinki. Lo anterior les sugiere que las reducciones no son el resultado del Protocolo de Helsinki, sino simplemente el resultado de una política de reducción no cooperativa. Ahora bien, como enfatizan, es innegable que los firmantes presentaron un porcentaje mayor de reducciones, aunque hay que considerar que estos países presentaban daños ambientales considerables, como también que los costos de mitigación entre países firmantes y no firmantes se enmarcan dentro de la estrategia de no cooperación.

¹⁰²⁴ Vid. WETTESTAD, J. (2002), RINGQUIST, E.J.; KOSTADINOVA, T. (2005), “Assessing the effectiveness of international environmental agreements: The case of the 1985 Helsinki Protocol”. *American Journal of Political Science*, 49(1), 86-102.

¹⁰²⁵ Vid. CHURCHILL, R.R., KUUTTING, G.; WARREN, L.M. (1995), p. 177.

¹⁰²⁶ Vid. RINGQUIST, E.J.; KOSTADINOVA, T. (2005). Básicamente se refiere a los de Levis, Murdoch, o Wettestad.

¹⁰²⁷ Vid. FINUS, M.; TJØTTA, S. (2003), “The Oslo Agreement on sulphur reduction in Europe: the great leap forward?”, *Journal of Public Economics* 87, 2031-2048.

Con el Protocolo de Oslo de 1994, el segundo dirigido al dióxido de azufre, la transformación más relevante es la asignación de techos de emisiones. En general se aprecia un importante replanteamiento de los mecanismos para la disminución de emisiones, buscando enfoques novedosos como el de “carga crítica” introducido en el Protocolo NOx de Sofía. En este sentido se enfoca el procedimiento en la búsqueda de la minimización de los efectos (daños) más que con las acciones (emisiones), de este modo se buscará una “carga crítica” que minimice la deposición. Como apunta BARRET¹⁰²⁸ se implementan obligaciones de reducción de forma conjunta mediante un mecanismo denominado "implementación conjunta", siempre que de este modo se logre ahorrar costes sin empeorar la carga, sumado a que explícitamente reconoce la necesidad de cumplimiento efectivo de todas las Partes.

En esta misma dirección de estudio, pero ampliando el marco econométrico en que Ringquist y Kostadinova trabajaron, los investigadores AAKVIK y TJØTTA¹⁰²⁹ introducen en el estudio del Protocolo de Helsinki de 1985, el del Protocolo de Oslo de 1994 para la reducción de las emisiones de azufre. Sus resultados van en la línea de los de Ringquist y Kostadinova concluyendo que el Protocolo SOx de Helsinki no tuvo efectos significativos, y que el Protocolo de Oslo de 1995 no tuvo ningún efecto. Asimismo, sus resultados muestran que los acuerdos multilaterales ambientales voluntarios no condicionan el éxito en la consecución de sus objetivos. Si bien aprecian una mayor reducción de emisiones entre los países firmantes, si se comparan los valores previos y posteriores a la firma de un protocolo, no se encuentran efectos considerables. Ahora bien, AAKVIK y TJØTTA hacen hincapié en que su estudio no refleja una mayor percepción de las instituciones y los cambios

¹⁰²⁸ Vid. BARRETT, S. (2003), pp. 12-13.

¹⁰²⁹ Vid. AAKVIK, A.; TJØTTA, S. (2010), “Do collective actions clear common air? The effect of international environmental protocols on sulphur emissions”. *European Journal of Political Economy*. (doi:10.1016/j.ejpoleco.2010.12.001). La muestra contó con los datos de 30 países europeos durante el período entre 1960 y 2002. Además de utilizar dos Protocolos que están destinados al mismo contaminante, aumentan el período de tiempo, introducen la tendencia lineal de los países y de segundo grado en el modelo econométrico, así como variables fijas, entre otras cosas, lo que su juicio les permite controlar las heterogeneidades. Asimismo, tienen en cuenta los cambios relativos de las emisiones en lugar de valores absolutos. Los autores hacen notar que al haberse centrado en la reducción de emisiones, dejaron fuera otros factores como por ejemplo que el Protocolo de Oslo de 1994 también se enfocó sobre la base de reducciones rentables de las emisiones y el daño causado por los contaminantes, o el uso del concepto de carga crítica, o el efecto de difusión tecnológica, que puede haber provocado que países no ratificantes hayan aplicado la misma tecnología. Por otra parte, el modelo reconoce factores no observados como: tecnología específica de cada país, regulación, ideología, condiciones económicas y factores de cambios de estos.

institucionales, pues los acuerdos internacionales pueden alterar la matriz institucional y haber modificado las acciones ambientales más allá de los protocolos específicos de azufre. Consideran paradójico que su hallazgo puede ser un apoyo para la idea de que los acuerdos ambientales internacionales son una pérdida de tiempo y que los problemas de la contaminación atmosférica transfronteriza son imposibles de resolver. Aunque sin embargo, también podrían significar que se debe poner mayor énfasis en el diseño de los acuerdos ambientales internacionales potenciando aquellos factores considerados como fundamentales para su efectividad. A su juicio el éxito de los acuerdos internacionales depende de la participación e incentivos al cumplimiento. Los tratados internacionales son probablemente necesarios pero no son suficientes para el éxito en la lucha contra el deterioro ambiental. Se requiere una mejora, fundamentalmente en lo que atañe a las estructuras de incentivos y al uso de mecanismos de costos ¹⁰³⁰.

En lo que atañe al Protocolo VOCs de Aarhus, se aprecia un cambio sustantivo respecto de los dos anteriores, pues las Partes se comprometen a la creación de políticas de reducción de emisiones las que en muchos casos van más allá de las pretensiones iniciales a nivel nacional. Como destaca LEVY¹⁰³¹ una importante cantidad de estos Estados no poseían regulaciones previas en materia de VOCs antes de la suscripción del protocolo. Condición distinta a los dos protocolos previos, donde los Estados promotores ya contaban con políticas de reducción o estaban en proceso de su elaboración, diseñándose estos acuerdos en gran medida sobre la base de los cálculos que los gobiernos habían hecho de los costos de las medidas de reducción y los beneficios percibidos de la reducción de la deposición ácida¹⁰³². Con el instrumento de “carga crítica”, ya integrado en el Protocolo NOx de Sofía, las negociaciones adquieren un carácter más científico en busca de una solución al problema de la acidificación más productiva y con menor énfasis en los cálculos económicos, que aunque persiste por razones evidentes, no centran el debate. Se opta de este modo,

¹⁰³⁰ Cabe destacar que autores como: Downs, Barrett, Sandler y Ringquist y Kostadinova, presentan estos estudios sobre los acuerdos voluntarios multilaterales medioambientales desde el área de la economía política.

¹⁰³¹ Vid. LEVY, M.A. (1995), p. 61.

¹⁰³² Vid. SPRINZ, D.; VAAHTORANTA, T. (1994), pp. 97-98; AMANN, M.; KORNAI, G. (1987), “Cost functions for controlling SO₂ emissions in Europe”, *Working Paper Series of the International Institute for Applied Systems Analysis*, WP-87-065, Laxenburg, Austria, mimeograph.

por dar una solución al problema de la “lluvia ácida” con el uso de las cargas críticas, como una herramienta de gestión. Aunque en términos de exigencias este protocolo las presenta bastante limitadas, por su flexibilidad al momento de aplicar las disminuciones, siendo su contribución moderada en términos generales.

En lo que respecta a los siguientes Protocolos, el tiempo transcurrido desde su firma y vigencia no dan margen suficiente como para entregar una apreciación como las revisadas. Aunque creemos necesario destacar, por una parte, que la suscripción de los siguientes protocolos ha servido para mantener un control y seguimiento de los contaminantes incluidos. Estos controles dan muestra de avances obteniéndose disminuciones en las emisiones de los contaminantes incluidos en los protocolos. Aunque persisten niveles elevados de óxidos de nitrógeno, ozono y partículas, en muchas zonas, valores que retan al cumplimiento del Protocolo de Gotemburgo.

Por esta razón los desafíos que enfrenta el régimen con la elaboración del último protocolo multicontaminante/multiefecto (Ver Anexo I del trabajo) son importantes, de hecho con posterioridad a su elaboración, los expertos se preguntaban sobre la conveniencia de perdurar en la estrategia de las cargas críticas o implementar un mecanismo distinto, asumiendo la complejidad que puede presentar que un solo protocolo pretenda controlar muchos contaminantes. Pues el argumento que esgrimen se sustenta en que un protocolo no puede ser suficientemente “*smart*”, si solamente unos pocos expertos entienden los mecanismos que están detrás de la distribución de los compromisos de los signatarios. Bajo esta perspectiva, para ser capaz de comunicar el marco normativo a los políticos y el público en general, los protocolos del futuro deben ser más simples y transparentes. Ahora bien, esta apreciación no excluye que el enfoque utilizado de las cargas críticas logre los objetivos.¹⁰³³

Una evaluación en profundidad de este último protocolo y las consideraciones que se extraigan respecto a la conveniencia de elaborar un protocolo multicontaminante/multiefecto *versus* protocolos específicos para cada contaminante;

¹⁰³³ Vid. SUNDQVIST, G. (2003), “Recovery in the Acid Rain Story: Transparency and Credibility in Science-Based Environmental Regulation”, *Journal of Environmental Policy Planning*, 5:1, 57-79 Disponible [en línea] recuperado el 22.08.2011 (<http://dx.doi.org/10.1080/15239080305607>), p. 66.

como también la necesidad del cambio del concepto de “carga crítica” por otro más efectivo, ciertamente surgirán de este, dando luz a siguientes protocolos dentro de este régimen, o como ejemplo frente a otros.

CONCLUSIONES

Para terminar, en adelante listaremos diecisiete conclusiones todas surgidas de las consideraciones extraídas de nuestro trabajo de investigación.

PRIMERA:

Si bien nuestro trabajo de investigación no es el estudio de la atmósfera, tuvimos la oportunidad de revisar muchas de sus características, algunos fenómenos naturales y otros de origen antropogénico como su contaminación, que se desarrollan en ella.

Al respecto, el deterioro del que ha sido efecto, principalmente desde fines del siglo XIX con el inicio de la Revolución Industrial, ha sido evidente e irrefutable. Asimismo, este daño que persiste en la actualidad desde diversas áreas de la producción y comercio, va en detrimento no solo del ser humano, sino del medio ambiente natural, la flora y la fauna, e incluso del medio artificial.

La atmósfera terrestre (del griego ἄτμός, vapor, aire, y σφαῖρα, esfera) capa de gas que rodea la Tierra de la cual se calcula una masa aproximada de $5,1 \times 10^{18}$ kg., por siglos mediante el uso de distintos mecanismos, logró mantener su equilibrio interno.

Con el aumento desproporcionado de distintos tipos de gases emitidos, entre otras perturbaciones, este equilibrio se ha alterado originando una serie de trastornos. Como por ejemplo, cambios en el sistema climático mundial, disminución de masas polares, fenómenos climáticos extremos, etc.

Por otra parte, la presencia de elevados niveles de gases tóxicos en capas bajas como la troposfera, donde se encuentra el aire que respiramos, origina graves daños a la salud. Los efectos ampliamente documentados, además de inducir episodios en cuadros respiratorios y cardíacos en la población más vulnerable coincidiendo con altos niveles y contaminación, pueden provocar daños, alteraciones, y enfermedades permanentes en la población en general.

Asimismo, la incidencia negativa de los niveles de contaminación elevados no se circunscribe solamente al clima y salud, a la flora o a la fauna, sino también a los distintos ámbitos que forman parte del entorno del ser humano, como el económico, político o social.

Cabe tener claro que debido al tipo de emisiones que nos afectan, provenientes de fuentes que en su inmensa mayoría derivan de la quema de combustibles hidrocarbonados, siendo su origen principalmente la industria y el transporte, se requiere una transformación de la matriz energética de manera sustantiva para poder revertir los niveles de contaminación existentes en la actualidad. Ahora bien, cualquier acción en este sentido, pasa ineludiblemente por importantes inversiones económicas, con los posibles efectos sobre el desarrollo y crecimiento, a corto y mediano plazo.

SEGUNDA:

En relación con lo anterior, consideramos necesario señalar que la problemática atmosférica es global e involucra a todos los fenómenos que la dañan, que derivan del aumento en los niveles de contaminantes, sean estos derivados de hidrocarburos, óxidos, COVs, POPs, CFCs, etc.

Asimismo, el Derecho internacional, mediante la redacción de los acuerdos multilaterales medioambientales, ha desarrollado instrumentos que han demostrado ser idóneos para lograr compromisos destinados a disminuir emisiones contaminantes.

Por otra parte, existen dos situaciones evidentes: el deterioro medioambiental y atmosférico esta muy lejos de tener una mejora sustancial, mientras que la posibilidad de adoptar nuevos acuerdos internacionales se hace cada vez más difícil por la falta de compromiso por parte de los Estados, que como ya hemos apuntado se escuda fundamentalmente en cuestiones de orden económico.

En el escenario actual, donde el factor económico está regulando prácticamente todos y cada uno de los distintos ámbitos tanto nacionales como internacionales. Para lograr adoptar acuerdos internacionales eficaces y duraderos, se requieren mecanismos de incentivos de tipo económico. Ante esta situación, - si todo pasa por la cuestión económica -, los tratados internacionales medioambientales deberán ser capaces de adaptarse e integrar el componente económico, como un elemento clave para incentivar a la elaboración de acuerdos globales medioambientales que logren detener la progresiva degradación y destrucción de nuestro entorno.

TERCERA:

Consideramos que el medio ambiente es un bien colectivo que se debe tutelar. Si el centro de amparo es el ser humano, se debe proteger a este bien de aquellas conductas que puedan provocar una lesión al “entorno”, cuya consecuencia final será una lesión al bien jurídico individual y social. Es este sentido la definición jurídica del concepto medio ambiente es clave, y a nuestro entender, debe ser amplia, involucrando a la totalidad del entorno natural y no natural. Es evidente, la complejidad que esta apreciación conlleva desde el plano jurídico - las distintas doctrinas al respecto, presentan distintos argumentos contrapuestos -. A nuestro entender, el derecho no puede ni debe abstraerse de la realidad, por más compleja que esta sea.

El ser humano es parte de un “todo” – un “todo” que lo constituyen además de la raza humana, su entorno natural, físico, social -. Un sistema como conjunto de múltiples subsistemas relacionados, cuyas interacciones son necesarias para el mantenimiento del mismo, requiere de diversos mecanismos e interacciones para su desarrollo. El ejercicio de aislar o acotar no es viable físicamente, y al hacerlo jurídicamente crea indefensión.

CUARTA:

Otro aspecto relevante es la doble normativa que existe en atmósfera, donde desde el punto de vista jurídico no aclara ni concreta los límites entre ambos espacios: el espacio aéreo y el resto de la atmósfera. En tal sentido, conscientes del derecho soberano de los Estados sobre su territorio y que, ciertamente, el espacio aéreo forma parte de este territorio, no es menos cierto que esta situación se transforma en un obstáculo para la protección de la atmósfera.

A nuestro juicio debe limitarse este espacio aéreo a una altura levemente superior a la altura en la cual los medios de transporte aéreo pueden circular. Y toda el área que se encuentre fuera, tendría que tener el mismo rango que tienen los espacios comunes de la humanidad, con un organismo supranacional que tenga la potestad sobre estos. La razón de fondo es que un espacio de tal envergadura por importancia y tamaño, no puede presentar una desprotección jurídica. Ahora bien, la distancia no es antojadiza, si consideramos que es posible de calcular y semejante para todos.

QUINTA:

Tanto el calentamiento global como el agotamiento de la capa de ozono, son considerados problemáticas de carácter global. A nuestro juicio la contaminación atmosférica - que ha sido considerada como una problemática local o regional - debe por fin, ser asumida también desde un marco y perspectiva global.

En este sentido, asumidas las tres problemáticas dentro un marco internacional amplio, se requiere que, por una parte, se asuma la gestión de estas tres fuentes de deterioro de manera conjunta, pues la atmósfera es un sistema abierto y los procesos que se desarrollan en ella, directa o indirectamente se relacionan. Asimismo, y en consideración a lo anterior, esta gestión al referirse a problemas globales debe adquirir la misma condición.

La evidente complejidad que este estatus presenta no solamente en términos políticos, sino también normativos es indiscutible, por involucrar múltiples variables de distintos tipo y envergadura, con las ineludibles relaciones, ya que más allá de las científicas, encontramos variables tecnológicas, económicas, sociales y culturales. Se requiere entonces de una normativa internacional que sea capaz de proteger este medio vital de todos aquellos factores externos que lo dañan y deterioran. Mediante la utilización de procedimientos eficaces, vinculantes y con la flexibilidad suficiente que permita la adaptación a los cambios y contingencias de modo de dar respuestas rápidas y adecuadas.

SEXTA:

La Convención de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979, forma junto a sus ocho protocolos uno de los regímenes ambientales multilaterales internacionales de mayor data y estabilidad. Asimismo, otra de sus características a destacar, es su gran productividad al haber desarrollado ocho protocolos, todos los cuales se encuentran en vigor.

Ya en los momentos iniciales, en plena guerra fría, consiguió el hito de lograr unir a países occidentales con la entonces Unión Soviética, lo que pone de manifiesto, por una parte, la relevancia que los daños que la "lluvia ácida" estaban evidenciando en los países más al norte del hemisferio, y el convencimiento, en ese tiempo, de la necesidad y conveniencia de actuar de manera conjunta.

Por otra parte, un análisis inicial del régimen nos muestra que, tanto las actividades como las decisiones llevadas a cabo dentro del marco de este régimen, han logrado la implementación de políticas destinadas al combate de la lluvia ácida, asumiendo las diferentes incidencias en los distintos Estados Parte. Asimismo, se aprecia que el impacto del régimen aumenta con el tiempo y a medida que se van desarrollando nuevos protocolos, lo que a nuestro entender además de ser fruto del aprendizaje por la corrección de errores, también presenta cierta relación con la mejora del conocimiento respecto de las consecuencias y alcances del problema.

SÉPTIMA:

En los siete protocolos destinados al control de emisiones se cubren directamente contaminantes tan variados como óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, compuestos orgánicos volátiles, metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes y amoníaco, todos ellos responsables del notable deterioro de la calidad del aire, tanto en regiones urbanas como extraurbanas. En relación con ellos se puede apreciar un importante nivel de cumplimiento por parte de los Estados contratantes, incluso reduciendo aún más los niveles inicialmente acordados, situación que ocurre principalmente con los óxidos de azufre en Europa, donde entre los años 1980 y 2000 se logró una reducción de un 70%. Y si tomamos como año base 1990, como hace el Protocolo de Gotemburgo, al 2004 la reducción ha sido de un 65%. La disminución de los NOx y COVs no son tan grandes como en azufre, alrededor de 25 - 30% entre 1990 y 2000, respectivamente, con diferencias notables entre regiones.

Los estudios nacionales de partículas y de metales pesados muestran una disminución sustancial de las emisiones de 1990 hasta el año 2000, por ejemplo, para el plomo y el 60-70% del mercurio del 50%. En menor medida, las emisiones de NH₃ y POPs también disminuyó durante este período. Por ejemplo, las emisiones de NH₃ disminuyó un 20% de los medios técnicos, principalmente en la agricultura. Lo que nos muestra que este último Protocolo está cumpliendo en gran medida sus metas.

Esta disminución en las emisiones, está íntimamente relacionada con la capacidad que ha tenido este régimen para intentar conjugar de la mejor manera la ciencia, la tecnología y la política. La credibilidad y el peso específico que la

información científica representa en este régimen, a nuestro juicio, es sin lugar a dudas su motor de desarrollo.

OCTAVA:

Al finalizar nuestro último capítulo destacábamos la importancia en la evolución del último Protocolo elaborado por este régimen ambiental, Protocolo innovador por tratarse de un acuerdo que involucra a varios contaminantes y sus efectos, como se le ha llegado a denominar el “protocolo multicontaminante/multiefecto”. A nuestro juicio este cambio no es menor. El hecho de centrarse en efectos como son la acidificación, la eutrofización y la contaminación por ozono, intentando controlar a los contaminantes responsables, es de gran importancia pues el enfoque es distinto a los protocolos anteriores. Ahora bien, cierto es que la mayoría de los contaminantes ya cuentan con protocolos específicos dentro del régimen, lo que sin duda puede contribuir a facilitar su cumplimiento y efectividad. Asimismo, se debe prestar un interés especial en el concepto de “carga crítica”, el cual ha sido de gran utilidad por su adaptación a las distintas circunstancias y realidades de las Partes, entre otras cosas. Aunque, no es menos cierto que pueden buscarse mecanismos aún más efectivos o la combinación de estos.

Será necesario entonces, asumiendo todas las variables directas e indirectas, internas y externas, mantener la atención en los resultados que arrojen las evaluaciones al Protocolo de Gotemburgo, no solo para preservar y desarrollar este régimen, sino para que sirva como matriz para la elaboración de otros.

NOVENA:

En lo que atañe al considerable nivel de cumplimiento que presenta este régimen, lo podemos relacionar en una importante cuota al establecimiento del Comité de Implementación en 1997 que, junto al Órgano Ejecutivo, han ido desarrollando a lo largo del tiempo distintos procedimientos y mecanismos, cada vez con mayores exigencias para lograr que el cumplimiento de las Partes también aumente. En este sentido los reportes anuales exigidos, con los datos sobre emisiones, los informes sobre el calendario, como metas y plazos, de las políticas aplicadas por los

Estados, han resultado mecanismos eficientes para mantener un control y seguimiento a cada Estado parte, y en definitiva al régimen en su conjunto.

Al revisar casos de incumplimiento desde el año 2000 estos se relacionan básicamente, con la reducción de emisiones, con la entrega de informes, y la entrega de reportes sobre estrategias y políticas. Asimismo, se aprecia que en general el inicio de los procedimientos tienen dos orígenes: la Secretaría y la propia Parte que da cuenta de la imposibilidad cumplir con los requerimientos de uno varios protocolos. También observamos que en muchos casos este incumplimiento viene dado generalmente por la falta de tecnología y medios adecuados.

El Órgano Ejecutivo le asigna a la entrega por las Partes de los informes anuales una gran importancia, donde su obligatoriedad y exigencia en el procedimiento, van dirigidos a lograr que las Partes obtengan resultados pronto y satisfactorios. Esta rigurosidad, conduce a que en un porcentaje importante de los casos sean los propios Estados los que denuncien su incapacidad de cumplimiento, y en definitiva muestra la voluntad de las Partes en cumplir los acuerdos, tratando de explicar los antecedentes y los factores que llevaron al no cumplimiento. Este clima se refleja en que las presentaciones y referencias tratadas por el Comité no han tenido un carácter contencioso en su naturaleza.

Ahora bien, al revisar los casos estos muestran mayor cumplimiento en los protocolos sobre óxidos de azufre de 1985, y Protocolo sobre óxidos de nitrógeno de 1988, en cambio se aprecia mayor incumplimiento del Protocolo de 1991 sobre VOC y con posterioridad sobre el protocolo 1998 sobre POPs, comenzándose a observar semejante situación con el Protocolo de Gotemburgo. Igual situación se da en los exámenes a fondo realizados por el Comité de Aplicación, de naturaleza colectiva, luego de revisar en 2001, los cuatro primeros protocolos de emisiones, el Protocolo de 1991 sobre VOC hasta un tercio de las Partes no cumplían.

Nosotros apreciamos en estos datos el reflejo de varias cuestiones que a lo largo de nuestro trabajo fuimos exponiendo, y que dicen relación con distintos factores que han incidido en el cumplimiento y el desarrollo del régimen en general. Como por ejemplo, el cumplimiento incluso previo a la realización de los protocolos por las Partes a las reducciones de óxidos de azufre y de nitrógeno, reducciones que estaban soportadas por transformaciones en matrices energéticas, mejoras en la

calidad de los combustibles, procesos e infraestructuras, entre otras cosas. Por otra parte, aunque las fuentes de estos contaminantes pueden ser fijas y móviles, y representan un porcentaje importante de las emisiones contaminantes, el desarrollo tecnológico ha permitido mayor control y eficiencia. Por su parte, tanto los compuestos orgánicos volátiles (VOC) como los contaminantes orgánicos persistentes (POP), por sus características químicas requieren de tecnologías bastantes más desarrolladas para lograr su control, lo que en definitiva implica la utilización de mayores recursos provocando mayor complejidad al momento de cumplir los acuerdos.

Tanto el Órgano Ejecutivo, como el Comité de Aplicación y las Partes, muestran en general, entendimiento y voluntad, y conformidad con los procedimientos y el manejo que por parte de los órganos de control se han desarrollado.

DÉCIMA:

Un aspecto que a nuestro juicio es importante destacar son las transformaciones que el régimen ha experimentado durante estos más de 30 años de existencia. Cambios tanto en la exigencia normativa; en la introducción de mecanismos más eficientes como el concepto de “carga crítica”; o en el enfoque, que se refleja en que, a partir del segundo protocolo, estos van dirigidos a un contaminante en particular, mientras el último, aborda la problemática: la acidificación, eutrofización y contaminación de ozono troposférico, donde se controlan los contaminantes atmosféricos con mayores repercusiones directa o indirectamente, en estos fenómenos.

Lo anterior queda de manifiesto al comparar, por ejemplo, los textos de la Convención de Ginebra de 1979 y del Protocolo de Gotemburgo de 1999. Donde el primero, puede ser considerado una declaración de principios fundamentales con un contenido normativo exiguo, que entrega propuestas fundamentalmente en investigación, desarrollo, evaluaciones económicas, etc. Donde expone compromisos de carácter genérico que no comportan obligaciones específicas. Por su parte el Protocolo de Gotemburgo de 1999, introduce metas diferenciadas para NO_x, VOCs, amoníaco (NH₃) y SO₂, principales responsables de la acidificación, eutrofización y del

ozono en la troposférico, poniendo de manifiesto, aplicando control en los niveles de carga crítica de multi-contaminantes - para el control de multi-efectos.

Ahora bien, si nos detenemos en los cambios que se van produciendo en cada Protocolo, podemos apreciar que con el segundo Protocolo relativo a la reducción de las emisiones de azufre, adoptado en Helsinki en 1985, se introducen las primeras obligaciones vinculantes. Aunque en lo que atañe al mecanismo elegido y el valor de 30% fue totalmente arbitrario, imponiendo un valor igualitario para todas las Partes con un año base. Con todo esto, de igual modo este Protocolo significó un importante avance no solo dentro del régimen, sino por la elaboración de un texto que fuera dirigido al control de este contaminante, principal causante de la “lluvia ácida”.

El Protocolo de Sofía relativo a la Reducción de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno, de 1988, introduce el concepto de “*critical load*” o carga crítica, mecanismo que entrega mayor flexibilidad que los porcentajes fijos de reducción. Asimismo, se introduce el concepto de la utilización de “las mejores tecnologías económicamente disponibles”.

Por su parte el Protocolo sobre Reducciones Adicionales de las Emisiones de Azufre, de 1994, viene a introducir importantes cambios diferenciando los objetivos de reducción para las Partes respecto de la tolerancia de los ecosistemas al dióxido de azufre, incluyéndose también conceptos como el de carga crítica, la mejor tecnología disponible, el ahorro de energía, la aplicación de instrumentos económicos.

Al igual que en el Protocolo de Aarhus sobre el Control de Emisiones de los Compuestos Orgánicos Volátiles y sus Flujos Transfronterizos, que crea las TOMA *Tropospheric Ozone Management Areas* (TOMA) o las Áreas de Gestión de Ozono Troposférico, en este Protocolo designa el *Sulphur Oxide Management Areas* (SOMA) o Áreas de Gestión de Óxido de Azufre. Otro cambio a destacar es la inclusión del principio de precaución dentro de su texto – lo mismo ocurre en el Protocolo de Gotemburgo -.

A nuestro entender la evolución normativa y la adaptación que se aprecia en este régimen ha jugado un papel fundamental en su desarrollo, consecuencia de la estrecha relación entre ciencia, tecnología, norma, y poder político.

UNDÉCIMA:

Una de las características que distinguen el régimen de la Convención de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de 1979, es la estrecha relación entre ciencia y política. No es casualidad que el primer protocolo suscrito haya sido el EMEP, cuyo objetivo inicial era el desarrollo del control y monitoreo de las emisiones, y que luego de estos más de treinta años, ha ampliado su campo de trabajo, convirtiéndose en la “columna vertebral del régimen”.

Asimismo, la inclusión en los protocolos de detallados anexos técnicos y científicos, en gran medida responsables del desarrollo del régimen, y de una constante evolución hacia protocolos con mayor especificidad, más técnicos y que asumen la sinergia entre los distintos contaminantes. En este sentido el Protocolo de Gotemburgo es una muestra de este proceso, elaborando un acuerdo que intenta aglutinar la mayor cantidad de causalidades de la acidificación del aire. Además de incluir una serie de variables para *target* nacionales de reducciones de emisiones para cada contaminante.

DUODÉCIMA:

La apuesta del régimen por la investigación, el desarrollo científico y tecnológico, da sus primeras muestras con la inclusión del concepto de “carga crítica”, al que le han seguido la recopilación y análisis de datos sobre las emisiones desde distintas matrices energéticas, los estudios sobre dispersión de contaminantes, el transporte atmosférico intercontinental, o los costos sobre la aplicación, o costos *versus* efectividad, entre otras cosas.

Por otra parte, con la inclusión de nuevos Estados miembros, con distintas realidades – económicas, de desarrollo científico y tecnológico, fundamentalmente -, se ha transformado en clave el apoyo por parte del régimen, implementando programas - gestionados por EMEP -, cuyo objetivo es apoyar, concienciar, ampliar el régimen.

En este sentido, el régimen ha sido capaz de entender la importancia de la cuestión económica, y en última instancia principal obstáculo para el cumplimiento y ampliación del régimen a regiones fuera del núcleo central europeo, pero con fuerte incidencia en su contaminación.

DECIMOTERCERA:

Otro aspecto que a nuestro entender hay que considerar es la dimensión social este régimen, tanto dentro de los Estados Parte, como con entes externos: organizaciones científicas y no gubernamentales. Al respecto, podemos diferenciar dos vías, una que va desde el régimen hacia la sociedad, y otra que realiza el camino opuesto.

Los *lobbies* que existen en la sociedad civil, de ONGs, de la industria, la ciencia y la tecnología, cumplen un rol, que muchas veces no va en la misma dirección, pero que influyen en gran medida las decisiones que los Estados asumen al momento de adoptar un acuerdo o cumplirlo. Si tomamos en cuenta que este régimen intenta controlar las emisiones de contaminantes provenientes fundamentalmente de la industria y el transporte, dos áreas claves en los sistemas económicos de los Estados, las relaciones con estos grupos sociales se transforman en claves.

La otra vía, que se dirige desde dentro del régimen hacia la sociedad, es la sensibilización para lograr un cambio de actitud. En la medida en que la sociedad civil tenga una percepción clara de una determinada problemática, como la contaminación atmosférica o la "lluvia ácida", podrá influir en mayor medida en los órganos o administraciones encargados de tomar decisiones.

Al respecto, la investigación y conocimiento de la problemática que aborda la CLRTAP, ha sido esencial para el desarrollo del régimen. Los programas realizados en regiones recientemente incorporadas, enfocadas a la sensibilización y apoyo científico son un ejemplo de la apuesta de esta vía realizada por el régimen.

DECIMOCUARTA:

La relación entre el régimen de la CLRTAP y la Unión Europea, es otro aspecto ineludible de tocar pues existen relaciones tanto a nivel de actores como de la gobernanza en esta materia. La Unión Europea es parte del régimen y sus miembros por separado lo son también.

Con el desarrollo del régimen y la elaboración de sus protocolos, la aplicación de políticas en materias energética, de combustibles, de transportes, etc. Se ha hecho necesaria en los distintos Estados. Paralelamente, las políticas de la Unión Europea en materia ambiental en general y atmosférica en concreto, ha sido

destacable, incluso previo a la Convención de Ginebra de 1979, desarrollando numerosas Directivas enfocadas a mejorar la calidad del aire en la región. Podemos encontrar en 1970 una Directiva enfocada en este marco, la Directiva 70/220/CEE del Consejo, de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la contaminación atmosférica causada por los gases de escape de los vehículos de motor, aunque es a partir de la década de 1980 donde la actividad normativa europea se puede considerar como más fructífera.

Ahora bien, cabe destacar que tanto la CLRTAP como la Unión Europea, han optado por enfocar áreas distintas. La primera fundamentalmente en lo que atañe a la contaminación transfronteriza, y la segunda, a los aspectos de salud.

Salvando los distintos enfoques, si revisamos paralelamente el desarrollo del régimen y la elaboración de las políticas de la Unión Europea, encontramos que en muchos sentidos estas han sido sincrónicas. La implementación de estándares de calidad de aire, de techos nacionales de emisiones, la regulación de emisiones en fuentes estacionarias, o los *targets* para transporte terrestre y marítimos, entre otras, son políticas que se han ido implementado por la Unión Europea paralelamente al desarrollo del régimen.

Este doble esfuerzo, por una parte ha servido para impulsar el régimen y sus protocolos, pero también, se sobrepone en muchos campos, techos y *targets* distintos, o la obligación de entregar de informes en fechas distintas.

Un ejemplo del apoyo entre la Unión Europea y la CLRTAP, se evidencia con el Protocolo de Gotemburgo, tanto en su desarrollo como su implementación. La creación de los techos nacionales de emisión (NECs) por parte de la Unión Europea para todos sus Estados miembros ha sido un importante aporte a este Protocolo. Dentro de este mismo marco, la Unión ha potenciado el control sobre los contaminantes productores de ozono troposférico. Asimismo, el grado de desarrollo científico logrado por el régimen ha influenciado en buena parte la elaboración de las políticas contra la contaminación atmosférica. O conceptos como “critical load” para el modelo RAINS.

En general, podemos apreciar que esta estrecha relación que existe y que se evidencia en distintas áreas ha sido y es de gran provecho para ambas partes. En lo que respecta a la CLRTAP, ha facilitado en gran medida el lograr acuerdos pues la

gestión realizada para unir a los Estados Miembros por parte de la Unión ha sido clave y determinante.

DECIMOQUINTA:

Calificar a un régimen ambiental como eficaz no es tarea fácil ni pensamos que pueda realizar este tipo de calificación de modo absoluto, fundamentalmente por la existencia de múltiples factores y variables que pueden incidir sobre esta calificación.

Básicamente podemos encontrar dos grupos de factores o variables, por una parte, aquellos propios de los Estados o internos, donde existe mayor posibilidad de control por parte de los mismos, y aquellos externos, donde el rango de manejo es reducido. Asimismo, hay que tener en cuenta - pues se trata de un acuerdo multilateral - las diferencias entre las distintas capacidades de las Partes para aplicar las medidas de reducción, las distintas sensibilidades frente a la problemática, las distintas capacidades de gestión, las distintas capacidades de adaptación de las sociedades, etc.

En este sentido, una primera aproximación la podríamos realizar mediante la comparación con los otros dos regímenes multilaterales medioambientales atmosféricos: el que se ocupa de la capa de ozono, y el del cambio climático. Claramente el régimen del cambio climático no ha logrado cumplir las expectativas puestas al momento de su adopción, menos aún los objetivos impuestos en el Protocolo de Kyoto - Durban 2011, mostró la incapacidad de los Estados para asumir compromisos en este sentido -. Por otro lado, encontramos al régimen de la capa de ozono, con el Protocolo de Montreal y todas las enmiendas posteriores, por el que evidentemente se ha logrado revertir en gran medida el deterioro de esta capa atmosférica. Entre ambos extremos, al régimen de la CLRTAP lo podemos situar entre estos dos, y calificarlo bajo estas premisas como de mediana eficacia.

Un régimen que lleva más de 30 años de desarrollo, con ocho protocolos donde se aprecian avances significativos en la investigación, exigencias, procedimientos, controles, cooperación, ampliación, etc. Donde con el último protocolo se busca controlar con un solo acuerdo los elementos de mayor incidencia en los fenómenos generados por la contaminación ambiental en general, y la "lluvia

ácida” en particular, - óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, amoniaco y óxidos de azufre -.

Con una reducción de emisiones considerable, fundamentalmente de los óxidos de azufre, de nitrógeno y COVs, y con una tendencia a la baja en relación con los otros contaminantes. A juzgar por estos datos el régimen no puede ser calificado como ineficaz.

Pero si nos detenemos, y revisamos los contaminantes reducidos y los situamos en el contexto, comprobamos que los factores externos han sido muy poderosos: crisis económica, crisis del petróleo, cambio de matriz energética, o las reducciones de emisiones en Estados fuera de la Convención o sus protocolos. Apreciamos que al parecer la influencia de este régimen no ha sido la única responsable de la mejora en los datos de emisiones.

Ahora bien, sin lugar a dudas la problemática de la “lluvia ácida” y su transporte entre Estados, regiones o continentes, su conocimiento e investigación constante no podrían estar situadas donde se encuentran sin la existencia del régimen de la CLRTAP.

DECIMOSEXTA:

A nuestro juicio, es necesaria y conveniente, la integración de las políticas contra el deterioro atmosférico, pues además de las reducciones de costes, se lograría una gestión global y amplia, intentando abarcar todos y cada uno de los factores que afectan y deterioran la atmósfera, con los subsecuentes beneficios para la salud humana y el medio ambiente.

Ya es conocida la condición de no clausura de la atmósfera donde las interacciones y reacciones entre los distintos contaminantes, por una parte, y fenómenos como los climatológicos que impactan en distintas regiones. Un ejemplo de la sinergia negativa que se produce entre estos dos fenómenos es que por efecto de los gases de efecto invernadero se calienta la atmósfera y en definitiva la Tierra, al aumentar la reflexión de la luz del sol impidiendo la salida de la radiación de mayor energía, lo que aumenta el efecto invernadero. Los contaminantes atmosféricos como los aerosoles, el metano, el ozono troposférico y el hollín de carbón son contaminantes

con efecto invernadero tanto o más nocivos que el dióxido de carbono, sin considerar los graves perjuicios a la salud humana y del medio ambiente.

El objetivo debe ser lograr desarrollar estrategias conjuntas que involucren políticas que integren acciones frente a la contaminación del aire y al cambio climático. Donde la gestión recaiga en un organismo internacional con las competencias necesarias entregadas por los Estados para el cumplimiento de los objetivos que son el desarrollo sustentable, la salud humana y la preservación y cuidado el medio ambiente.

DECIMOSÉPTIMA:

El debate en busca de un nuevo sistema de gobernanza medioambiental internacional que logre ser más eficiente y efectiva, como ya hemos visto, lleva al menos más de 20 años de discusión. Al respecto, duda no cabe de nuestro convencimiento de la necesidad de avanzar en este tema. Ahora bien, yendo un paso más, consideramos que la implementación de sistemas de “clustering” son una vía apropiada, y que va por el buen camino, con una organización medioambiental internacional, con los mandatos necesarios que le confieran autoridad por sobre estos.

A nuestro entender los agrupamientos de acuerdos multilaterales medioambientales deben realizarse por ámbitos de acción. La razón de sustenta en que si bien existen contundentes diferencias hemisféricas e intercontinentales, incluso intra regionales, los problemas ambientales deben abordarse inicialmente desde un criterio científico y técnico, y en este sentido, lograr adaptar las soluciones a las distintas realidades. Al tratar las distintas problemáticas de modo global y por ámbitos de acción, se logra evitar dualidades y contradicciones. Pudiendo destinar los recursos a la cooperación y a la creación de capacidad.

Ahora bien, como vimos existen iniciativas destinadas a la creación de un acuerdo global ambiental (*The Global Atmospheric Pollution Forum*), donde participan activamente el Programa de Naciones Unidas para el medioambiente y la Comisión económica de Naciones Unidas para Europa con la Convención LRTAP. Y con participación en encuentros y workshop del Convenio marco de cambio climático y de la Convención de Viena para la protección de la capa de ozono.

Estimamos que si bien estamos muy lejos de lograr un acuerdo en este sentido, creemos importante que surja de un foro de carácter científico y técnico, que aunque no cuentan con el poder político para la adopción de acuerdos o implementación de políticas, si dan muestra y sustentan una realidad que en muchas oportunidades no se quiere aceptar.

BIBLIOGRAFÍA

Obras generales y monografías

ALBIN, C. (2001), *Justice and Fairness in International Negotiation*. Cambridge: Cambridge University Press, (the series Cambridge Studies in International Relations).

ALONSO GARCÍA, M.C. (1995), *El Régimen jurídico de la contaminación atmosférica y acústica*. Madrid: Marcial Pons.

ALONSO GARCÍA, E.; LOZANO CUTANDA, B. (Directores) (2006), *Diccionario de Derecho Ambiental*, Madrid: Iustel.

AMANN, M., *et al.* (2008), *Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution*, WHO Regional Office for Europe, from LRTAP.

ARBOUR, J.M.; LAVALLÉE, S. (2006), *Droit international de l'environnement*, Canadá: Éditions Yvon Blais.

ARMSTRONG, D., FARRELL T.; LAMBERT, H. (2009), *International law and international relations*. (First published 2007 Reprinted 2009), United Kingdom: Cambridge University Press.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. (2008), *Química Física*. (8ª Edición), Ed. Médica Panamericana S.A.

AXELROD, R.S., DOWNIE, D.L.; VIG, N.J. (2005), *The Global Environmental*. (2nd Edition), USA: C. Q. Press.

BÄCKSTRAND, K., *et al.* (Ed.) (2010), *Environmental politics and deliberative democracy: examining the promise of new modes of governance*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Pub., cop.

BAIRD, C. (2001), *Química Ambiental*. (2ª edición) Barcelona: Editorial Reverté, S.A.

BARRETT, S. (2003), *Environment and statecraft: the strategy of environmental treaty-making*, Oxford: Oxford University Press, cop.

BELL, S.; Mc GILLIGAN, D. (2000), *Environmental Law*. (5th Ed.), London: Blackstone.

BELSHAW, C. (2001), *Filosofía del medio ambiente, Razón, naturaleza y preocupaciones humanas*. Madrid: Tecnos.

BENNETT, G. (Ed.) (1991), *Air Pollution Control in the European Community Implementation of the EC Directives in the Twelve Member States*. London, Great Britain: Graham Trotman.

- BETANCOR RODRÍGUEZ, A. (2001), *Instituciones de Derecho Ambiental*. Madrid: La Ley.
- BEYERLIN, U., STOLL, P.T.; WOLFRUM, R. (Ed.) (2006), *Ensuring compliance with Multilateral Environmental Agreements: a Dialogue between Practitioners and Academia*. Boston, Mass.: Martinus Nijhoff Publishers.
- BIERMANN, F.; BAUER, S. (Ed.) (2005), *The Debate on a World Environmental Organization: An Introduction, A World Environment Organization: solution or threat for effective international environmental governance?*. Aldershot, England [etc.]: Ashgate, cop.
- BINMORE, K. (2009), *Teoría de juegos: una breve introducción*, Madrid, Alianza, cop.
- BIRNIE, P.; BOYLE, A.E. (2002), *International Law and Environment*. New York: Oxford University Press.
- BIRNIE, P., BOYLE, A.E.; REDGWELL, C. (2009), *International Law and Environment*. (Third Ed.) New York: Oxford University Press.
- BLANC ALTEMIR, A. (1992), *El Patrimonio común de la humanidad: hacia un régimen jurídico internacional para su gestión*. Barcelona: Bosch, DL.
- BLOKKER, N.; MULLER, S. (Ed.) (1994), *Towards more effective supervision by international organizations*. Netherland: Martinus Nijhoff.
- BODANSKY, D., BRUNNÉE, J.; HEY, E. (2007), *The Oxford Handbook of International Environmental Law*, Oxford University Press.
- BORRAS PENTINAT, S. (2007). *Los mecanismos de control de la aplicación y del cumplimiento de los tratados internacionales multilaterales de protección del medio ambiente*. Tesis Doctoral. España: Universitat Rovira i Virgili, (<http://www.tdx.cat/handle/10803/8765>)
- BOU FRANCH. V.; CERVERA VALLTERRA, M. (Coords.) (2007), *El Derecho de la Unión Europea, 20 años después de la adhesión de España*. Valencia: Tirant Lo Branch.
- BOUBEL, R.W., FOX, D.L., TURNER, D.B.; STERN, A.C. (1994), *Fundamental of air pollution*. (3th Ed.), USA: Elsevier.
- BOWMAN, M.; BOYLE, A. (Ed.) (2002), *Environmental damage in international and comparative law: Problems of definition and valuation*. New York: Oxford University Press.
- BRUICE, P.Y. (2007), *Organic Chemistry*. (5th Ed.), USA: Prentice Hall International.

- BRUNNÉE, J. (1988), *Acid rain and ozone layer depletion, International law and regulation*. USA: Transnational Publishers, Inc.
- BRYANT, E. (1997), *Climate process & change*. UK: Cambridge University Press.
- CARDESA SALZMANN, A. (2010), *El control internacional de la aplicación de los acuerdos ambientales universales*. Madrid: Marcial Pons.
- CALSAMIGLIA, A. (1993), *Racionalidad y eficiencia del derecho*. México, D.F.: Fontamara.
- CAPELLA HERNÁNDEZ, J.R. (coord.) (1999), *Transformaciones del derecho en la mundialización*. Madrid: Consejo General del Poder Judicial.
- CARRARO, C. (Ed.) (2003), *Governing the global environment*. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: E. Elgar Pub., cop.
- CARRILLO SALCEDO, J.A.
 -----, (1984), *El Derecho internacional en un mundo en cambio*. Madrid: Tecnos.
 -----, (1991), *El Derecho Internacional en perspectiva histórica*. Madrid: Tecnos.
 -----, (1999a), *Curso de Derecho Internacional Público*. (4ª reimpresión), Madrid: Tecnos.
- CASANOVAS, O.; RODRIGO, A.J. (2010), *Casos y Textos de Derecho Internacional Público*. (6ª Ed.), Madrid: Tecnos.
- CHAMBERS, W.B. (2008), *Interlinkages and the Effectiveness of Multilateral Environmental Agreements*. Hong Kong: United Nations University.
- CHANG, R. (2006), *Principios esenciales de Química General*. (4ª Ed.), Madrid: McGraw-Hill.
- CHURCHILL, R.; FREESTONE, D. (1991), *International Law and Global Climate Change*. London: Graham & Trotman.
- COOPER C.D.; ALLEY, F.C. (2002), *Air Pollution Control a Design Approach*. (3rd Edition), Illinois: Waveland Press, Inc.
- DAILLIER, P.; PELET, A. (1999), *Droit International Public*. Paris: Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence.
- DAUVERGNE, P. (Ed.) (2005), *Handbook of Global Environmental Law*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- DAVIES, P.G.G. (2005), *European Union Environmental Law*. England: Ashgate.

- DE GARMO, D.K. (2005), *International environmental treaties and state behaviour: factors influencing cooperation*. New York: Routledge.
- DE MIGUEL PERALES, C. (2009), *Derecho español del medio ambiente*. (3^a Ed.), Navarra: Civitas Thomson Reuters.
- DE NEVERS, N. (2000), *Air pollution control Engineering*. (2nd Ed.), USA: McGraw-Hill.
- DE SADELEER, N. (1999), *Les principes du pollueur-payeur, de prévention et de précaution: essai sur la genèse et la portée juridique de quelques principes du droit de l'environnement*. Bruxelles: Bruylant.
- DELMAS, M.A.; YOUNG, O.R. (Ed.) (2009), *Governance for the environment: new perspectives*. Cambridge, UK ; New York : Cambridge University Press, cop.
- DESAI, B.H.
 ----, (2004), *Institutionalizing international environmental law*. Ardsley, NY: Transnational Publishers, cop.
 ----, (2010), *Multilateral environmental agreements: legal status of the secretariats*. Cambridge; New York : Cambridge University Press.
- DIEZ de VELASCO, M.
 ----, (2003), *Instituciones de Derecho internacional público*. (14^a Ed.), Madrid Tecnos.
 ----, (2009), *Instituciones de Derecho internacional público*. (17^a Ed.), Madrid Tecnos.
- DIEZ MORENO, F. (2006), *Manual de Derecho de la Unión Europea*. (4^a Ed.), Madrid: Thomson Civitas.
- DOBSON, A. (1997), *Pensamiento politico verde*. Barcelona: Paidos.
- DODDS, S., CHAMBERS, B.; KANIE, N. (2002), *International environmental governance, the question of reform: key issues and proposals*, UNU Report, www.ias.unu.edu/binaries/ISDGFinalReport.pdf
- DUPUY, P.M. (1998), *Droit international public*. 4e Ed., Paris: Dallo.
- DUPUY, P.M.; VIERUCCI, L. (Ed.) (2008), *NGOs in international law: efficiency in flexibility?* . Cheltenham; Northampton, MA: Edward Elgar, cop.
- EBBESSON, J. (1996), *Compatibility of international and national environmental law*. London: Kluwer Law International.
- ESTEVE PARDO, J. (2008), *Derecho del medio ambiente*. Madrid: Marcial Pons.
- FAURE, M., GUPTA, J.; NENTJES, A. (Ed.) (2003), *Climate change and the Kyoto protocol: the role of institutions and instruments to control global change*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

- FELIPE BLANCH, J.J. (2004), *Posibles escenarios futuros mundiales de emisiones y absorciones de CO₂ y cumplimiento de los acuerdos de Kyoto*, Universitat Politècnica de Catalunya.
- FERNÁNDEZ LIESA, C.R.; DÍAZ BARRADO, C.R. (Directores) (2008), *El tratado de Lisboa análisis y perspectivas*. Madrid: Dykinson, S.L.
- FERNÁNDEZ TOMÁS, A. (2001), *Derecho Internacional Público: Casos y Materiales*. Valencia: Tirant Lo Blanch.
- FERNÁNDEZ TOMÁS, A., SÁNCHEZ LEGIDO, A.; ORTEGA TEROL, J.M. (2004), *Manual de Derecho Internacional Público*. Valencia: Tirant Lo Blanch.
- FIELD, B.C.; FIELD, M.K. (2003), *Economía Ambiental*. (3ª Ed.), Madrid: Ed. Mc Graw Hill.
- FINDLEY, R.W., FARBER, D.A.; FREEMAN, J. (2003), *Cases and materials on environmental law*. (6th Ed.), USA: Thompson West.
- FREESTONE, D.; HEY, E. (Ed.) (1996), *The precautionary principle and international law: the challenge of implementation*. The Hague: Kluwer Law International.
- GALIANA SAURA, A. (2008), *La Ley: entre la razón y la experimentación*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- GARCÍA GESTOSO, N. (2004), *Soberanía y Unión Europea (Algunas cuestiones críticas desde la Teoría de la Constitución)*, Barcelona: Atelier.
- GIL, A.; OLCINA CANTOS, J.
 ----, (1997), *Climatología General*. España: Ariel, S.A.
 ----, (1999), *Climatología Básica*. España: Ariel, S.A.
- GILLESPIE, A.
 ----, (2000), *International environmental law, policy and ethics*. Oxford: Oxford University Press.
 ----, (2006), *Climate change, ozone depletion and air pollution: legal commentaries with Policy and Science Consideration*. Netherland: Martinus Nijhoff Publishers.
- GLASBERGEN, P., BIERMANN, F.; MOL, A.P.J. (Ed.) (2007), *Partnerships, governance and sustainable development: reflections on theory and practice*. Cheltenham: Edward Elgar.
- GÓMEZ HERAS, J.M. (Coord.) (2001), *Ética del medio ambiente, Problema, Perspectivas, Historia*. (1ª Ed. 1997 reimpresión 2001), Madrid: Tecnos.

- GONZÁLEZ CAMPOS, J.D., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.I.; ANDRÉS SÁENZ DE SANTAMARÍA, P. (2008), *Curso de Derecho internacional publico*, (4ª Ed. revisada), Madrid: Civitas.
- GORDILLO, J.L. (coord.) (2006), *La Protección de los bienes comunes en la humanidad: un desafío para la política y el derecho del siglo XXI*. Madrid: Trotta.
- GRANT, W., MATTHEWS, D.; NEWELL, P. (2000), *The Effectiveness of European Union Environmental Policy*. Great Britain: MacMillan Press Ltda.
- GULBRANDSEN, L.H. (2010), *Transnational environmental governance: the emergence and effects of the certification of forests and fisheries*. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar, cop.
- HAAS, P.M., KEOHANE, R.O.; LEVY, M.C. (Ed.) (1993), *Institutions for the Earth: Sources of Effective International Environmental Protection (Global Environmental Accord: Strategies for Sustainability and Institutional Innovation)*, MA.: MIT Press, 75-132.
- HANQIN, X. (2003), *Transboundary Damage in International Law*. UK: Cambridge University Press.
- HARTLEY T.C. (1994), *The Foundations of European Community Law*. (Third Ed., UK: Oxford University Press.
- HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (1999), *Ingeniería Ambiental*. (2ª Ed.), México: Prentice Hall.
- HOHMANN, H. (1994), *Precautionary legal duties and principles of modern international law*. Great Britain: Graham & Trotman.
- HONKONEN, T. (2009), *The Common but Differentiated Responsibility Principle in Multilateral Environmental Agreement*. Great Britain: Kluwer Law International.
- HUERTA HUERTA, R.; HUERTA IZAR de la FUENTE, C. (2000), *Tratado de Derecho ambiental*. Tomo I, Barcelona: Bosch.
- INOMATA, I. (2008), *Examen de la gobernanza ambiental dentro del sistema de las Naciones Unidas*, Doc.JIU/REP/2008/3. www.unjiu.org/sp/reports.htm
- IPCC/TEAP, 2005: *Special Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate* (Eds.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 488 pp.
- JACOBSON, H.K.; BROWN WEISS, E. (Ed.) (1998), *Engaging Countries: Strengthening Compliance with International Environmental Accords*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

- JANS, J.H.
 ----, (1995), *European environmental law*. The Hague [etc]: Kluwer Law International.
 ----, (2000), *European environmental law*. Groninger: Europa Law Publishing.
- JANS, J.H.; VEDDER; H.H.B. (2008), *European environmental law*. (3rd Ed.), Groningen: Europa Law Publishing.
- JAQUENOD de ZSÖGÖN, S.
 ----, (1989), *El Derecho ambiental y sus principios rectores*. Ávila: MOPU.
 ----, (2002), *Derecho ambiental*. Madrid: Dykinson, S. L.
- JARIA I MANZANO, J. (2005), *El sistema constitucional de protecció del medi ambient*, Barcelona, Institut d'Estudis Autònoms; 42, Generalitat de Catalunya.
- JIMÉNEZ de PARGA Y MASEDA, P. (2001), *El Principio de prevención en el Derecho internacional del medio ambiente*. Madrid: La Ley.
- JORDÁ CAPITÁN, E. (2001), *El derecho a un medio ambiente adecuado*. Navarra: J.M. Aranzadi.
- JORDANO FRAGA, J. (1995), *La protección del derecho a un medio ambiente adecuado*. Barcelona: J.M. Bosch Editor, S.A.
- JUSTE RUIZ, J. (1999), *Derecho Internacional del Medio Ambiente*. (2^a Ed.), Madrid: Mc Graw Hill.
- JUSTE RUIZ, J.; CASTILLO DAUDÍ, M. (2002), *Derecho Internacional Público*. Valencia: Punto y Coma.
- KISS, A.CH.
 ----, (1975), *Los principios generales del Derecho del medio ambiente*. Valladolid: Cuadernos de la Cátedra "F. B. Scott" Universidad de Valladolid.
 ----, (2004), *Droit international de l'environnement*. (3e éd.), Paris: Pedone.
- KISS, A.CH.; SHELTON, D.
 ----, (1995), *Manual of European Environmental Law*. Great Britain: Cambridge. Cambridge University Press.
 ----, (1997), *Manual of European Environmental Law*. (Second Ed.), Great Britain: Cambridge. Cambridge University Press.
 ----, (2003), *International Environmental Law*. London: New York (Transnational Publishers), Graham & Trotman.
 ----, (2004), *International Environmental Law*. (Third Ed.), USA: Transnational Publishers, Inc.
- KISS, A.CH., SHELTON, D.; ISHIBASHI, K. (Ed.) (2003), *Economic Globalization and Compliance with International Environmental Agreements*. The Hague: Kluwer Law International.

- KONDRATYEV, K.Y., KRAPIVIN, V.F.; PHILLIPS, G.W. (2002), *Global Environmental Change: Modelling and Monitoring*, Berlin: Springer.
- KONDRATYEV, K. Y. KRAPIVIN, V.F.; VAROTSOS, C. (2003), *Global Carbon Cycle and Climate Change*, Berlin: Springer.
- KRÄMER, L.
 ----, (1998), *E. C. Treaty and Environmental Law*. (3th Ed.), London: Sweets & Maxwell.
 ----, (2003), *E. C. Environmental Law*. (5th Ed.), London: Sweets & Maxwell.
- KUOKKANEN, T. (2002), *International Law and the Environmental, Variations on a theme*. Netherlands: Kluwer Law International.
- KÜTTING, G. (2000), *Environment, Society and International Relations, Towards more effective international environmental agreements*. New York: Routledge.
- LANG, W., NEUHOLD, H.; ZEMANEK, K. (1993), *Environmental Protection and International Law*. (First published 1991 Reprinted 1993), UK: Graham & Trotman / Martinus Nijhoff.
- LAMB, H.H. (1997), *Climate, History and the Modern World*. (Reprinted), London: Routledge.
- LASOK, K.P.E. (2001), *Law & Institutions of the European Union*. (Seventh Ed.), London: Butterworths.
- LÁZARO CALVO, T. (2005), *Derecho internacional del medio ambiente*. Barcelona: Atelier.
- LIDSKOG, R.; SUNDQVIST, G. (Ed.) (2011), *Governing the Air: The Dynamics of Science, Policy, and Citizen Interaction*. London, England, MIT Press.
- LINDE PANIAGUA, E. (Coord.) (2008), *Políticas de la Unión Europea*. (5ª Ed.), Madrid: Colex.
- LOPERENA ROTA, D. (1998), *Los principios del Derecho ambiental*. España: Civitas.
- LOUKA, E. (2006), *International Environmental Law: fairness, Effectiveness, and World Order*. USA: Cambridge.
- LÖVBAND, G., TARRASON, L., TORSETH, K.; DUTCHAK, S. (Ed.) (2004), *EMEP Assessment, Part 1, European Perspective*. Oslo: EMEP MSC-W.
http://www.emep.int/index_assessment.html
- LOZANO CONTRERAS, J.F. (2007), *La Noción de debida diligencia en Derecho internacional publico*. Barcelona: Atelier, cop.

- LYSTER, R.; BRADBROOK, A. (2006), *Energy law and the environment*. Cambridge [England]; New York : Cambridge University Press.
- MACRORY, R. (Ed.) (2004), *Principles of European Environmental Law, Proceeding of the Avosetta Group of European Environmental Lawyers*. Groningen: Europa Law Publishing.
- MANCINI, M.T., *et. al.* (2003), *Tutela Ambientale*. (1ª Ed.), Buenos Aires: Editorial Ciudad Argentina, Colección Cuadernos de Época.
- MARIÑO MENÉNDEZ, F.M. (2005), *Derecho Internacional Público* (parte General), (4ª Ed.), Madrid: Trota.
- MARKANDYA, A.; DALE, N. (Ed.) (2001), *Measuring Environmental Degradation, European Community, Developing Pressure Indicators for Europe*, Great Britain: Eurostal.
- MARTÍN MATEO, R.
 ----, (1991a), *Tratado de Derecho ambiental*. (Vol. I), Navarra: Ed. Trivium.
 ----, (1991b), *Tratado de Derecho ambiental*. (Vol. II), Navarra: Ed. Trivium.
 ----, (1997), *Derecho ambiental*. Madrid: Maribel.
 ----, (2003), *Manual de Derecho ambiental*. (3ª Ed. 1ª Aranzadi), Navarra: Thomson Aranzadi.
- MARTÍN Y PÉREZ de NANCLARES, J.; URREA CORRES, M. (2008), *Tratado de Lisboa*. Madrid: Marcial Pons.
- MARTÍNEZ MERINO, J.L. (2008), *Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente, permisos de emisión negociables*. Madrid: Dykinson, S.L.
- MATEOS RODRÍGUEZ-ARIAS A. (1992), *Derecho Penal y Protección del Medio Ambiente*. Madrid: Colex.
- Mc GUFFIE, K.; HENDERSON-SELLERS, A. (2005), *A Climate Modelling Primer*, 3rd Ed., Chichester: John Wiley.
- MILES, E., ANDRESEN, S., CARLIN, E.M., SKJAERSETH, J.B., UNDERTAL, A.; WETTESTAD, J. (2002), *Environmental regime effectiveness: confronting theory with evidence*. Cambridge, MA: The MIT Press, cop.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT & ENVIRONNEMENT SANS FRONTIÈRE AVEC LE CONCOURS DE L'UNESCO ET DU PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT (1999), *L'Application renforcée du droit international de l'environnement: harmonisation et développement des procédures internationales de contrôle, de sanction et de règlement des différends*, préface de Dominique Voynet; introduction de Corinne Lepage et Alexandre C. Kiss, , Éditions Frison-Roche, Paris.

- MOLLES, M.C. (2006), *Ecología: conceptos y aplicaciones*. (2ª Ed.), Madrid: McGraw-Hill, cop.
- MORENO TRUJILLO, E. (1991), *La Protección jurídico-privada del medio ambiente y la responsabilidad por su deterioro*. Barcelona: José María Bosch.
- MORRISON, F.L.; WOLFRUM, R. (Ed.) (2000), *International, regional and national environmental law*. The Hague: Kluwer Law International.
- MOUSSIOPOULOS, N. (Ed.) (2003), *Air Quality in Cities*. Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- NAJAM, A., PAPA, M.; TAIYAB, N. (2006), *Global Environmental Governance. A Reform Agenda*. International Institute for Sustainable Development (IISD), en <http://www.iisd.org/pdf/2006/geg.pdf>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1991), *Rethinking the Ozone Problem in Urban and Regional Air Pollution*. Washington, DC, National Academy Press.
- NEBEL, B.J.; WRIGHT, R.T. (1999), *Ciencias Ambientales*. (6ª Ed.), México: Pearson Prentice Hall.
- O'NEILL, K. (2009), *The Environment and International Relations*. New York: Cambridge University Press.
- OKOWA, P. (2000), *State Responsibility for Transboundary Air Pollution in International Law*. Great Britain: Oxford University Press.
- ORTEGA ÁLVAREZ, L. (Director)
 ----, (1998), *Lecciones de Derecho del Medio Ambiente*. Valladolid: Editorial Lex Nova, S.A.
 ----, (2004), *Lecciones de Derecho del Medio Ambiente*. (3ª Ed.), Valladolid: Editorial Lex Nova, S.A.
- PADDOCK, L., et al. (Ed.) (2011), *Compliance and enforcement in environmental law: toward more effective implementation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- PAQUEROT, S. (2002), *Le Statut des ressources vitales en droit international: essai sur le concept de patrimoine commun de l'humanité*. Bruxelles: Bruylant.
- PAREJO ALFONSO, L.; KRÄMER, L. y otros (1996), *Derecho medioambiental de la Unión Europea*. Madrid: Mc Graw Hill.
- PASTOR RIDRUEJO J.A. (2010), *Curso de Derecho Internacional Público y Organizaciones Internacionales*. (14ª Ed.), Madrid: Tecnos.

- PEARCE, D.W.; TURNER, R.K. (1995), *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. España: Celeste Ediciones.
- PÉREZ LUÑO, A.E. (2009), *Derechos Humanos, Estado de Derecho y Constitución*. (9ª Ed.), Madrid: Tecnos.
- PÉREZ NAVARRO, J., JIMENO PASTOR, J.L.; CERDÁ TENA, E. (2004), *Teoría de juegos*. Madrid, Prentice Hall, cop.
- PETRUCCI R.H., HARWOOD, W.S.; HERRING, F.G. (2003), *Química General, Reactividad química, compuestos inorgánicos y orgánicos*. (8ª Ed.), Vol. 2, Madrid: Prentice Hall.
- PICKERING, K. T.; OWEN, L. A. (1997), *An Introduction to global environmental issue*. (2nd Ed.), London; New York : Routledge.
- PRIEUR, M. (2004), *Droit de l'environnement*. (5ª Ed.), Paris: Dalloz.
- PUREZA, J.M. (2002), *El Patrimonio común de la humanidad: ¿hacia un Derecho internacional de la solidaridad?*. Madrid: Trotta.
- RIERA, P., GARCÍA D., KRISTRÖM, B.; BRÄNNLUND, R. (2005), *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Madrid: Thomson.
- REMIRO BROTONS, A.; FERNÁNDEZ EGEA, R.M. (Ed.) (2009), *El cambio climático en el Derecho internacional y comunitario*. Bilbao: Fundación BBVA.
- ROMANO, C. (2000), *The Peaceful settlement of international environmental disputes: a pragmatic approach*. The Hague: Kluwer Law International, cop.
- RUIZ-RICO RUIZ, G. (Director) (2001), *La protección jurisdiccional del medio ambiente*. Madrid: Consejo General del Poder Judicial.
- SALAMANCA AGUADO, E. (2003), *La Zona Internacional de los Fondos Marinos. Patrimonio Común de la Humanidad*. Madrid: Dykinson, S.L.
- SÁNCHEZ CUENCA, J. (1999), *La Integración europea, análisis histórico-institucional con textos y documentos I. Génesis y desarrollo de la Comunidad Europea (1951-1979)*, Madrid: Tecnos.
- SÁNCHEZ, V.M. (Dir.) y otros (2009), *Derecho internacional public*. España: Huygens Editorial.
- SAND, P.H.
 ----, (1992), *The effectiveness of international environmental agreements. Survey of existing legal instruments*. Cambridge: Grotius Publications.

- , (1999), *Transnational Environmental Law, Lesson in Global Change*. Great Britain: Kluwer Law International.
- , (2003), *Principles of International Environmental Law*. (2nd Ed.), Cambridge: Cambridge University Press.
- SAND, P.H.; GALIZZI, P. (2004), *Document in International Environmental Law*. (2nd Ed.), Cambridge: Cambridge University Press.
- SANZ PÉREZ, D.C. (1999), *La Administración Local y la protección de la atmósfera. La intervención a través de instrumentos de control preventivo*. Barcelona: Cedecs Editorial S. L.
- SCANLON, J.; BURHENNE-GUILMIN, F. (Ed.) (2004), *International environmental governance: an international regime for protected areas*. Gland; Switzerland; Cambridge: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- SCHERMERS, H.G.; BLOKKER, N.M. (1997), *International institutional law: unity within diversity*. (3rd Revised Ed.), The Hague: Martinus Nijhoff.
- SCHNELLE, K.B.; BROWN, C.A. (2002), *Air Pollution Control Technology. Handbook*. USA: CRC Press.
- SCHWARZENBACH, R.P., GSCHWEND, P.M.; IMBODEN, D.M. (1993), *Environmental Organic Chemistry*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- SEDÁNEZ CALVO, M. (2002), *Tratado de contaminación atmosférica. Problemas, tratamiento y gestión*. Madrid: Mundi-Prensa.
- SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N.
 -----, (1998), *Atmospheric Chemistry and Physics*. New York: John Willey & Sons
 -----, (2006), *Atmospheric Chemistry and Physics*. (2nd Ed.), Hoboken, N.J.: John Willey.
- SERRANO MORENO, J.L. (1992), *Ecología y Derecho: Principios de Derecho Ambiental y Ecología Jurídica*. Granada: Editorial Comares.
- SHELTON, D. (2000), *Commitment and compliance: the role of non-binding norms in the international legal system*. Re-impresión 2003. Oxford: Oxford University Press.
- SINDICO, F., FERNANDEZ EGEA, R.; BORRÀS PENTINAT, S. (Ed.) (2011), *Derecho internacional del medio ambiente: Una Visión desde Iberoamérica*. United Kingdom, CMP Publishing Ltd.
- SLIGGERS, J.; KAKEBEEKE, W. (2005), *Learning the air: 25 years of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. Geneva: United Nations Pubns.

- SMITH, R.L.; SMITH, T.M. (2005), *Ecología*. (4ª Ed.), España: Pearson Addison Wesley.
- SPECTOR, B.I., SJÖSTEDT, G.; ZARTMAN, I.W. (Ed.) (1995), *Negotiating International Regimes: lessons learned from the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)*, London, Dordrecht, Boston: Martinus Nijhoff: Graham & Trotman, cop.
- SPIRO, T.G.; STIGLIANI, W.M. (2004), *Química Medioambiental*. (2ª Ed.), Madrid: Pearson Educación S.A.
- STERN, N. (2007), *The Economics of Climate Change, The Stern Review the economics of climate change*. London: Cambridge University Press
- STOKKE, O.S., HOVI, J.; ULFSTEIN, G. (2006), *Implementing the climate regime. International compliance*. (2005-reprinted 20069, London: Earthscan.
- STOOKES, P. (2009), *A practical approach to environmental law*. (2nd Ed.), Oxford: Oxford University Press.
- SUNKIN, M., ONG, D.; WIGHT, R. (2001), *Source book on Environmental Law*. (2nd Ed.), Great Britain: Cavendish.
- TRENBERTH, K.E. (Ed.) (1992), *Climate System Modelling*. Reprinted 1995, London: Cambridge University Press.
- TREVES, T., et. al. (Ed.) (2009), *Non-Compliance Procedures and Mechanisms and the Effectiveness of International Environmental Agreements*. The Hague, Netherlands: T.M.C Asser Press.
- TUINSTRA, W. (2006), *Reducing Air Pollution in Europe: a Study of Boundaries between Science and Policy*, Wageningen University.
- ULFSTEIN, G., MARAUHN, T.; ZIMMERMANN, A. (Ed.) (2008), *Making Treaties Works. Human Rights, Environment and Arms Control*. (First published 2007 Reprinted 2008), United Kingdom: Cambridge University Press.
- VALLE MUÑIZ, J.M. (Coord.) (1997), *La Protección Jurídica del Medio Ambiente*. Navarra: Aranzadi.
- VALLERO, D.
 ----, (2004), *Environmental Contaminants, assessment and control*. USA: Elsevier.
 ----, (2008), *Fundamentals of Air Pollution*. (4th Ed.), USA: Elsevier.
- VERGARA, J.M., BARRACÓ, H., COLLDEFORN, M., RELEA, F.; RODRÍGUEZ, P. (2007), *Introducción al medio ambiente y la sostenibilidad*. Barcelona: Vincens Vives.

- VERSCHUUREN, J. (2003), *Principles of Environmental Law, The role of principles of international European, and national environmental law*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- VESTRENG, V., ADAMS, M.; GOODWIN, J. (2004), *Inventory Review 2004. Emission Data reported to CLRTAP and under the NEC Directive EMEP/EEA.MSC-W Technical report 1/2004*. Geneve: EMEP.
- VICENTE GIMÉNEZ, T. (Coord.) (2002), *Justicia ecológica y protección del medio ambiente*. Madrid: Editorial Trotta.
- VICTOR, D.G., RAUSTIALA, K.; SKOLNIKOFF, E.B. (Ed.) (1998), *The Implementation and Effectiveness of International Environmental, Commitments: Theory and Practice*. England: The MIT Press Cambridge.
- VILLAMIL SERRANO, A.; MATIES GARCÍA, J. (1998), *Política Económica del Medio Ambiente*. España: Ed. Centro de Estudios R. Areces, S.A.
- VISGILIO, G.R.; WHITELAW, D.M. (2007), *Acid in the Environment, Lessons Learned and Future Prospects*. USA: Springer Science+Business Media, LLC.
- VOGLER J. (2000), *The Global Commons, Environmental and Technological Governance*. (2nd Ed.), England: Wiley.
- WEINER, R.; MATTHEWS, R. (Ed.) (2003), *Environmental Engineering*. (4th Ed.), Boston: Butterworth-Heinemann.
- WEISS, E.B.
 ----, (1992), *International environmental law: basic instruments and references*. New York: Transnational Publishers, Dobbs Ferry.
 ----, (1999), *International environmental law: basic instruments and references, 1992-1999*. New York: Transnational Publishers, Dobbs Ferry.
- WEISS, E.B.; JACOBSEN, H.K. (Ed.) (1998), *Engaging countries: Strengthening compliance with international environmental accords*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- WEISS, E.B.; BARSTOW MAGRAW, D.; SZASZ, P.C. (1999), *International Environmental Law, Basic Instrument and References*. US: Transnational Publishers, Inc.
- WERKSMAN, J. (Ed.) (1996), *Greening international institutions*. London: Earthscan.
- WHYTE, L.D. (1995), *Climate Change and Human Society*. Great Britain: (Arnold) St. Edmundsbury Press, Bury St. Edmunds.
- WILLIAMS, P.R. (2000), *International law and resolution of central and east European transboundary environmental disputes*. Great Britain: MacMillan Press.

WINTER, G. (Ed.) (2006), *Multilevel Governance of Global Environmental Change. Perspectives from Science, Sociology and the Law*. Cambridge: Cambridge University.

WMO (World Meteorological Organization,

-----, (2003), *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002*, Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 47, 498 pp., Geneva. <http://www.wmo.ch/web/arep/ozone.html>.

-----, (2007), *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006, Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer: 2006 Update* Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 50, 459 pp., Geneva, Switzerland. <http://www.esrl.noaa.gov/csd/assessments/ozone/2006/twentyquestions.html>.

-----, (2011), *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2010*, Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 52, 516 pp., Geneva, Switzerland. <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozone/>

WOLF, S.; WHITE, A.

-----, (1997), *Principles of environmental law*. London: Cavendish Publishing Limited.

-----, (2003), *Environmental law*. (4th Ed.), Great Britain: Cavendish Publishing Limited.

YOUNG, O.R. (Ed.) (1999), *The Effectiveness of International Environmental Regimes, Causal connections and behavioural mechanism*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

YOUNG, O.R., *et al.* (2005), *Institutional Dimensions of Global Environmental Change* (revised edition) (IDGEC): Science Plan, IHDP Report No. 16, Bonn.

Artículos en revistas y obras colectivas

AAKVIK, A.; TJØTTA, S. (2010), "Do collective actions clear common air? The effect of international environmental protocols on sulphur emissions", *European Journal of Political Economy*. (doi:10.1016/j.ejpoleco.2010.12.001),

ABBOTT, K.W.; SNIDAL, D. (2000), "Hard and Soft Law in International Governance". *International Organization* Vol. 54, No. 3, *Legalization and World Politics* (Summer, 2000), pp. 421-456.

AGUILAR FERNÁNDEZ, S. (2003), "El Principio de Integración Medioambiental dentro de la Unión Europea: La Imbricación entre Integración y Desarrollo sostenible". *Papers: Revista de Sociología*, nº 71, págs. 77-97.

AGUILERA-KLINK, F. (1994), "Some notes on the misuse of classic writings in economics on the subject of common property". *Ecological Economics*, vol. 3, (April), Pages 221-228.

- ALBIN, C. (1995), "Rethinking Justice and Fairness: The Case of Acid Rain Emission Reductions". *Review of International Studies*, Vol. 21, No. 2, April, pp. 119-143.
- ANDRESEN, S. (2007), "The effectiveness of UN environmental institutions". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 7:317-336.
- AKIMOTO, H. (2003), "Global Air Quality and Pollution". *Science* 302, 1716.
- ApSIMON, H.M.; WARREN, R.F. (1996), "Transboundary air pollution in Europe". *Energy Policy*. Vol. 24, No. 7, pp. 631-640.
- ApSIMON, H.M.; WARREN, R.F.; KAYIN, S. (2002), "Addressing uncertainty in environmental modelling: a case study of integrated assessment of strategies to combat long-range transboundary air pollution". *Atmospheric Environment* 36, 5417–5426.
- ApSIMON H.M., WARREN R.F.; WILSON J.J.N. (1994), "The abatement strategies assessment model-ASAM: Applications to reductions of sulphur dioxide emissions across Europe". *Atmospheric Environment*. 28:649-663.
- ARCE D.G.; SANDLER, T. (2001), "Transnational public goods: strategies and institutions". *European Journal of Political Economy* 17, 493–516.
- ATKINSON, R. (2000), "Atmospheric chemistry of VOCs and NO_x". *Atmospheric Environment* 34, 2063-2101.
- ATKINSON, R.; AREY, J. (2003), "Gas-phase tropospheric chemistry of biogenic volatile organic compounds: a review". *Atmospheric Environment* 37 Supplement No. 2, S197–S219.
- BAFUNDO, N.E. (2005-2006), "Compliance with the ozone treaty: weak states and the principle of common but differentiated responsibility". *21 American University International Law Review*. 461.
- BALLESTER DIEZ, F., TENIAS J.M.; PEREZ-HOYOS S. (1999), "Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción". *Revista Española de Salud Pública*, Marzo-Abril 1999: 73: 109-121 N. 2.
- BARRETT, S. (1994), "Self-Enforcing international environmental agreements". *Oxford Economic Papers*, 46, 878-894.
- BARRETT, E.; BRODIN, B. (1955), "The Acidity of Scandinavian Precipitation". *Tellus* VII 2 (251-257).

- BARRETT, S.; STAVINS, R. (2003), "Increasing participation and compliance in international climate change agreements". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 3(4), 349-376.
- BAUER, S. (2006), "Does Bureaucracy Really Matter? The Authority of Intergovernmental Treaty Secretariats in Global Environmental Politics". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 1, February, pp. 23-49
- BERGE, E., BARTNICKI, J., OLENDRZYNSKI, K.; TSYRO, S. G. (1999), "Long-term trends in emissions and transboundary transport of acidifying air pollution in Europe". *Journal of Environmental Management*, 57, 31-50.
- BERGER, S. (2008), "K. William Kapp's theory of social costs and environmental policy: Towards political ecological economics". *Ecological Economics* 67, 244-252.
- BERGESEN, H.O. (1995), "A Global Climate Regime—Mission Impossible?", in BERGESEN, H.O., PARMANN, G.; THOMMESSEN, Ø.B. (Eds.), *Green Globe Yearbook of International Co-operation on Environment and Development 1995*, Oxford: Oxford University Press, 51-58.
- BERNAUER, T. (1995), "The Effect of International Environmental Institutions: How We Might Learn More". *International Organization*, Vol. 49, No. 2 (Spring, 1995), pp. 351-377.
- BEY, I., JACOB, D.J., YANTOSCA, R.M., LOGAN, J., FIELD, B.D., FIORE, A.M., LI, Q., LIU, H.Y., MICKLEY, L.; SCHULT, T. (2001), "Global modelling of tropospheric chemistry with assimilated meteorology: Model description and evaluation". *Journal of Geophysical Research*, Vol. 106, pp. 23,073-23,095 October 16.
- BIERMANN, F. (2000), "The Case for a World Environment Organization", *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 42:9, 22-31
<http://dx.doi.org/10.1080/00139150009605762>.
- BIGGS, G. (1993), "The Montevideo Environmental Law Programme". *The American Journal of International Law*, Vol. 87, No. 2 (April), pp. 328-334.
- BODANSKY, D.
----, (1992), "Managing Climate Change". *Yearbook of International Environmental Law*, n^o. 3, (60-74).
----, (1999), "The Legitimacy of International Governance: A Coming Challenge for International Environmental Law?", *American Journal of International Law*, vol. 93, pp. 596-624.
- BOOCKMANN, B.; THURNER, P. W. (2006), "Flexibility provisions in multilateral environmental treaties". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 6(2), 113-135. (doi:10.1007/s10784-006-9001-7).

BORRÀS PENTINAT, S.

-----, (2008), "El mandato de Bali: el proceso de revision del Protocolo de Kyoto". *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº 13, pp. 133-156.

-----, (2009), "La lucha contra el cambio climático: entre los derechos de emisión y la justicia climática". *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº 16, pp. 113-142.

BOVENBERG, J.A. (2006), "Mining the common Heritage of our DNA: lessons learned from Gropius and Pardo". *Duke Law, & Technology Review*, No. 8.

BOYLE, A. E.

-----, (1992), "Saving the World? Implementation and Enforcement of Internaciona Environmental Law Through International Institutions". *Journal of Environmental Law*, vol. 3, nº. 2, pp. 229-245.

-----, (1999), "Some Reflections on the Relationship of Treaties and Soft Law". *International & Comparative Law Quarterly*. Octubre, pp. 901-913.

BRACHTL, M. (2005), "Capitalizing on the Success of the LRTAP Regime to Address Global Transboundary Air Pollution", in SUSSKIND, L.; MOOMAW, W. (2005), *Papers on International Environmental Negotiation*, 14, PON Books, (www.pon.org/downloads/ien14_3Brachtl.pdf).

BREITMEIER, H., UNDERDAL, A.; YOUNG, O. R. (2011), "The effectiveness of international environmental regimes: Comparing and contrasting findings from quantitative research". *International Studies Review*. 13, 1-27.

BRUNNÉE, J. (2002), "Coping with consent: Law-Making under multilateral environmental agreements". *Leiden Journal of International Law*, 15(01), 1-52.

BRUNEKREEF, B.; FORSBERG, B. (2005), "Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health". *European Respiratory Journal Volume 26* Number 2, 309-318.

BRYNER, G.C. (1997), "Implementing Global Environmental Agreements in the Developing World", *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy Yearbook*, 1. pp. 1-25.

BULL K.R.; SUTTON M.A. (1998), "Critical loads and the relevance of ammonia to an effects-based nitrogen protocol". *Atmospheric Environment*, 32:565-572.

BUZEK, P.R.; POSCAI, M. (1999), "Airborne minerals and related aerosol particles: Effects on climate and the environment". *Proceedings of the National Academy of Sciences of U.S.A*, Vol. 96, pp. 3372-3379, March, Colloquium Paper.

- CARRILLO SALCEDO, J.A. (1999b), "Permanencia y cambios en el Derecho internacional". *Cursos euromediterráneos de bancaja de Derecho internacional*, Vol. III, Editorial Aranzadi, pp. 223-258.
- CASSAR, A.Z.; BRUCH, C.E. (2003), "Transboundary Environmental Impact Assessment in International Watercourse Management". *New York University Environmental Law Journal*, Volume 12, pp. 169-244.
- CASTELLS, N.; RAVETZ, J. (2001), "Science and Policy in International Environmental Agreements, Lessons from the European experience on Transboundary Air Pollution". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 1: 405-425.
- CASTILLO DAUDI, M. (1990), "La protección internacional del medio ambiente atmosférico: estado de la cuestión". *Revista de Derecho Ambiental*, Nº 6: 9-27.
- CAVENDISH, W; ANDERSON, D. (1994), "Efficiency and Substitutions in Pollution Abatement". *Oxford Economic Papers* 46, 774-799.
- CHAMBERS, P.E.; JENSEN, R.A. (2002), "Transboundary Air Pollution, Environmental Aid, and Political". *Journal of Environmental Economics and Management* 43, 93-112.
- CHAMBERS, W.B. (2004), "Towards an Improved Understanding of Legal Effectiveness of International Environmental Treaties". 16, *Georgetown International Environmental Law*, 501. Spring, 2004.
- CHARNEY, J.I. (1993), "Universal International Law". *The American Journal of International Law*, Vol. 87, No. 4 (Oct.), pp. 529-551.
- CHURCHILL, R.R.; ULFSTEIN, G. (2000), "Autonomous Institutional Arrangements in Multilateral Environmental Agreements: A Little- Noticed Phenomenon in International Law". *The American Journal of International Law*, Vol. 94, No. 4 (Oct.), pp. 623-659.
- CHURCHILL, R.R., KUUTTING, G.; WARREN, L.M. (1995), "The 1994 UN ECE sulphur protocol". *Journal of Environmental Law*, 7(2), 169-198.
- CONGLETON, R.D. (2001), "Governing the global environmental commons: the political economy of international environmental treaties and institutions. En: SCHULZE, G.G.; URSPRUNG, H.W., (Eds.) (2001), *Globalization and the Environment*. Oxford University Press, New York, pp. 241-263.
- CORBETT, J.J., WINEBRAKE, J.J., GREEN, E.H., KASIBHATLA, P., EYRING, V.; LAUER, A. (2007), "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment. *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, NO. 24.

- COWLING, E.B. (1982), "Acid precipitation in historical perspective Awareness of the acid rain problem has developed in many countries over more than a century". *Environmental Science & Technology*, Vol. 16. No. 2, pp. 110A-123A.
- CROSSEN, T. (2003), "Multilateral Environmental agreement and the compliance continuum". *HeinOnline -16 Georgetown International Environmental Law Review*. 473.
- CRUZ, P.M.; BODNAR, Z. (2008), "Pensar globalmente y actuar localmente: el estado transnacional ambiental en Ulrich Beck". *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº 14, pp. 51-59.
- DE LEEUW, F.A.A.M. (2002), "A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution". *Environmental Science & Policy* 5, 135-145.
- DEN ELZENA, M., MEINSHAUSENB, M; VAN VUURENA, D. (2007), "Multi-gas emission envelopes to meet greenhouse gas concentration targets: Costs versus certainty of limiting temperature increase". *Global Environmental Change* 17:260-280.
- DECKERT, R.; DAMERIS, M. (2008), "From Ocean to Stratosphere". *Science* Vol 322, 3 October, pp. 53-55.
- DENTENER, F., KEATING, T.; AKIMOTO, H. (Ed.) (2010), "Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 Part A: Ozone and Particulate Matter Air Pollution". Studies No. 17, (ECE/EB.AIR/100), UN, New York and Geneva.
<http://www.unece.org/environmental-policy/treaties/air-pollution/publications/air-pollution-studies/2010/air-pollution-studies-20/docs.html>
- DINGWERTH, K.; PATTBERG, P. (2006), "Global Governance as a Perspective on World Politics". *Global Governance* 12, 185-203.
- DOWNS, G. W. (2000), "Constructing effective environmental regimes". *Annual Review of Political Science* 3:25-42.
- DUPUY, P.M. (1991), "Soft Law and the international Law of the environment". *Michigan Journal of International Law*, vol. 12, nº 2, pp. 420-435.
- DUPUY, R.J.; VIGNES, D. (Ed.) (1991), "The Area as the Common Heritage of Makind". *A handbook on the new law of the sea*, Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht/Boston/Lancaster, pp. 579-586.
- DUTCHAK, S.; ZUBER, A. (Ed.) (2010), "Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 Part C: Persistent Organic Pollutants". Air Pollution Studies No. 19. Prepared by the Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution,

(ECE/EB.AIR/102), UN, New York and Geneva.
<http://www.unece.org/environmental-policy/treaties/air-pollution/publications/air-pollution-studies/2010/air-pollution-studies-20/docs.html>

- EHRMANN, M. (2002), "Procedures of Compliance Control in International Environmental Treaties". *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy*, 377, Summer 2002, 13.
- ERGIN, M.S., WEST, J. J., KEATING, T. J.; RUSSELL, A.G. (2005), "Regional Atmospheric Pollution and Transboundary air Quality Management". *Annual Review of Environment and Resources*, 30:1–37.
- ESCRIBANO COLLADO, P.; LÓPEZ GONZÁLEZ, J.I. (1980), "El medio ambiente como función administrativa". Civitas. *Revista Española de Derecho Administrativo*, ISSN 0210-8461, Nº 26, 367-386.
- FINUS, M.; TJØTTA, S. (2003), "The Oslo Agreement on sulphur reduction in Europe: the great leap forward?". *Journal of Public Economics* 87, 2031-2048.
- FERNÁNDEZ DE GATTA SÁNCHEZ, D. (2008), "La política ambiental y sobre desarrollo sostenible en la Unión Europea: de sus orígenes a la estrategia de desarrollo y al Tratado de Lisboa". *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº 13, pp. 15-47.
- FERNANDEZ EGEA, R.M.; SINDICO, F. (2007), "El papel de la UE en la lucha contra el cambio climático: ¿Líder en la política climática global?", *Revista Electrónica de Estudios Internacionales (REEI)*, 14 . pp. 1-13.
- FERRAJOLO, O. (2003), "Les reunions des Etats Parties aux traites relatifs a la protection de l'environnement", en *Revue Generale de Droit International Public*, tome CVII, nº. 1, pp. 73-87.
- FINKELSTEIN, L. (1995), "What Is Global Governance?". *Global Governance* 1, no. 3: 367-372.
- FISHER, G. (1962), "La souveraineté sur les ressources naturelles". *Annuaire français de droit international*, volume 8, pp. 516-528.
- FØRLAND E.J. (1973), "A study of the acidity in the precipitation in southwestern Norway". *Tellus*, 25:291-299.
- FORSTER, P., et. al. (2007), "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing". In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (Eds.)].

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
(http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch02.pdf)
(<http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>)

- FRAENKEL, A.A. (1989), "Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution: Meeting the Challenge of International Cooperation". *Harvard International Law Journal*, 30:447-476.
- FRENCH, D. (2009), "Finding Autonomy in International Environmental Law and Governance", *Journal of Environmental Law* 21:2, Oxford University Press.
- FRENCH, H.F. (1990), "Clearing the Air: A Global Agenda". *Worldwatch Paper*, 94 (January).
- GARCÍA LUPIOLA, A. (2009), "La política medioambiental de la Unión Europea ante el cambio climático". *Revista Electrónica de Derecho Ambiental* - Núm. 18, Enero, pp. 1-16. (<http://vlex.com/vid/53732277>).
- GEHRING, T. (1991), "International Environmental Regimes: Dynamic Sectorial Legal Systems". *Yearbook of International Environmental Law*, nº. 1, (35-47).
- GERLOFS-NIJLAD, M.E., RUMMELHARD, M., BOERE, A.J.F., LESEMAN, D.L.A.C., DUFFIN, R., SCHINS, R.P.F., BORN, P.J.A., SILLANPA, M., SALONEN, R.O.; CASSEE, F.R. (2009), "Particle induced toxicity in relation to Transition Metal and Polycyclic Aromatic Hydro-carbon Contents". *Environmental Science & Technology*, 43 (13).
- GILES CARNERO, R. (2001), "Un nuevo paso en la protección internacional de la atmósfera: el protocolo para la disminución de acidificación, la eutrofización y el ozono superficial de 1999", *Derecho y conocimiento*, Nº. 1, ISSN 1578-8202, págs. 63-76.
- GORHAM, E. (1955), "Acid precipitation and its influence upon aquatic ecosystems, an overview". *Contribution No. 152 from the Limnological Research Center*, University of Minnesota.
- GRENNFELT, P.; HOV, Ø. (2005), "Regional Air Pollution at a Turning Point". *Journal of the Human Environment* Pub. for Royal Swedish Academy of Sciences, *Ambio* Vol. 34, No. 1, February.
- GRYPARIS, A., et. al. (2004), "Acute Effects of Ozone on Mortality from the "Air Pollution and Health: A European Approach" Project. APHEA2 Project: *Ozone and Mortality, American journal of respiratory and critical care medicine*. Vol. 170. Pp. 1080–1087.

- GÜNDLING, L. (1996), "Compliance Assistance in International Environmental Law: Capacity-Building through Financial and Technology Transfer", *Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht*, nº. 56, 1996, (<http://www.zaoerv.de>), pp. 796 y ss.
- GUNTRIP, E. (2003), "The Common Heritage of Mankind: An Adequate Regime for Managing the Deep Seabed?", *Melbourne Journal of International Law* 2; 4(2) 376.
- GUTIERRÉZ-YURRITA, P.J. (2007). Configuración ecológica del medio ambiente como bien jurídico". *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº 12, pp. 263-285.
- HAAS, P.M.
 ----, (1989), "Do Regimes Matter? Epistemic Communities and Mediterranean Pollution Control", *International Organization* 43(3): 377-403.
 ----, (1992), "Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination", *International Organization* 46(1): 1-35.
- HAGGARD, S.; SIMMONS, B.A. (1987), "Theories of International Regimes". *International Organization*, Vol. 41, No. 3 (Summer), pp. 491-517.
- HAJOST, S.; SHEA, Q. J. (1990), "An overview of enforcement and compliance mechanisms in international environmental agreements". In *International enforcement workshop*, Utrecht, The Netherlands, May.
- HALL, J.R., *et al.* (2006), "Developing a critical load approach for national risk assessments of atmospheric metal deposition". *Environmental Toxicology & Chemistry*, 25:883-890.
- HANDL, G.
 ----, (1975), "Territorial Sovereignty and the Problem of Transnational Pollution". *The American Journal of International Law*, Vol. 69, No. 1 (Jan., 1975), pp. 50-76.
 ----, (1997), "Compliance Control Mechanisms and International Environmental Obligations". *5 Tulane Journal of International and Comparative Law*, 29, Spring, 1997.
- HÄNNINEN, O. (2008), "Challenges in estimating the health effects of biomass smoke-Response to Sverre Vedal and Steven J. Dutton: Wildfire air pollution and daily mortality in a large urban area". *Environmental Research* 106, 423-424.
- HAMPTON, J. (1987), "Free Rider Problems in the Production of Collective Goods". *Economic and Philosophy*, 3, 245-73.
- HARDIN, G. (1968), "The Tragedy of Commons". *Science*, vol. 162, pp. 1243-1248.

- HARRIS, A.; HARRIS, R. (2006), "The need for air space and outer space demarcation", *Space Policy* 22, 3–7.
- HELM, C.; SPRINZ, D. (2000), "Measuring the effectiveness of international environmental regimes". *Journal of Conflict Resolution* 44, 630–652.
- HERBER, B.P. (1991), "The Common Heritage Principle: Antarctica and the Developing Countries". *American Journal of Economic and Sociology* 50 (4): 391–406.
- HISSCHEMÖLLER, M.; GUPTA, J. (1999), "Problem-solving through International Environmental Agreements: The Issue of Regime Effectiveness", *International Political Science Review* 20(2): 151–74.
- HOFZUMAHAUS, A. et al. (2009), "Amplified Trace Gas Removal in the Troposphere". *Science* 26 (June) Vol. 324. Nº. 5935, pp. 1702–1704.
- HOLLAND, E.A., et al. (2005), "Nitrogen deposition onto the United States and Western Europe: synthesis of observations and models". *Ecological Applications*, 15, 38-57.
- JAGERS, S.C.; STRIPPLE, J. (2003), "Climate governance beyond the state". *Global Governance*, Volume 9; Issue 3: 385-399.
- JARIA MANZANO, J. (2005), "El bienestar posible: estado social y protección del medio ambiente". *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº 8, pp. 61-82.
- JOYNER, C. C. (2005), "Rethinking International Environmental Regimes: What Role for Partnership Coalitions?". *Journal of International Law & International Relations*. Vol. 1(1-2) 89-119.
- JUSTE RUÍZ, J.
 ----, (1992), "La evolución del Derecho internacional del medio ambiente". *Autonomías*, nº 15, pp. 45-57.
 ----, (2003), "Protección de medio ambiente y comercio internacional". *Cursos Euromediterráneos Bancaja de Derecho Internacional*, Vol. VII, Editorial Aranzadi, pp. 341-456.
- KAITALA, V., MÄLER, K-G.; TULKENS, H. (1995), "The Acid rain Game as a Resource Allocation Process with an Application to the International Cooperation among Finland, Russia and Estonia". *Scandinavian Journal of Economic*, 97 (2), June 325-43.
- KALAS, P. R. (2001), "International environmental dispute resolution and the need for access by non-state entities". *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy*, 12, 191.

- KALDELLIS, J.K., CHALVATZIS, K.J.; SPYROPOULOS, C.G. (2007), "Transboundary air pollution balance in the new integrated European environment". *Environmental Science & Policy* 10, pp. 725-733.
- KAMPA, M.; CASTANAS, E. (2008), "Human health effects of air pollution". *Environmental Pollution* 151; 362-367.
- KAUFFMAN, J. (1994), "Global Environmental Politics: lessons from Montreal". *Environmental Impact Assessment Review*, 14:3-9.
- KEITH, D.W. (2009), "Why Capture CO₂ from the Atmosphere?". *Science* 325, 1654.
- KELLY, B.C., IKONOMOU, M.G., BLAIR, J.D., MORIN, A.E.; GOBAS, F.A.P.C. (2007), "Food Web-Specific Biomagnification of Persistent Organic Pollutants". *Science* 317, 236.
- KISS A.CH.
 ----, (1998), "La protection de l'atmosphère: un exemple de mondialisation des problèmes". *Annuaire français de droit international*, volume 34, pp. 701-708.
 ----, (1985a), "Du nouveau dans l'air: "des pluies acides" à la couche d'ozone". *Annuaire français de droit international*, volume 31, pp. 812-822. <http://www.persee.fr>.
 ----, (1985b), "The Common Heritage of Mankind: Utopia or Reality?". *International Journal*, vol. 40, pp. 423-441.
- KOSKENNIEMI, M. (1992), "Breach of treaty or non-compliance? Reflexions on the enforcement of the Montreal Protocol". *Yearbook of International Environmental Law*, n° 3, pp. 123-162.
- KRATOCHWIL, F.; RUGGIE, J.G. (1986), "International Organization: A State of the Art on an Art of the State". *International Organization*, Vol. 40, No. 4 (Autumn, 1986), pp. 753-775.
- KUNDU, M.C.; MANDA, B. (2009), "Nitraterichment in Groundwater from Long-Term Intensive Agriculture: Its Mechanistic Pathways and Prediction through Modelling". *Environmental Science & Technology*, 43 (15), pp. 5837-5843.
- LANG, W. (1992), "Diplomacy and International Environmental Law-Making: Some Observations". *Yearbook of International Environmental Law*, n° 3, pp. 108-122.
- LANGNER, L., BERGSTRÖM, R.; FOLTESCU, V. (2005), "Impact of climate change on surface ozone and deposition of sulphur and nitrogen in Europe", *Atmospheric Environment* 39:1129-1141.
- LARUMBE BIURRUN, P.M. (1984), "Medio ambiente y Comunidades Autónomas". *Revista Vasca de Administración Pública*, 8, (enero-abril), 9-72.

- LERCHE, D., VAN DE PLASSCHE, E., SCHWEGLER, A.; BALK, F. (2002), "Selecting chemical substances for the UN-ECE POP protocol". *Chemosphere*, 47:617-630.
- LEVY, H. (1971), Normal Atmosphere: Large Radical and Formaldehyde Concentrations Predicted". *Science* 9 (July): Vol. 173, nº. 3992, pp. 141–143.
- LEVY. M.A. (1995), "International cooperation to combat acid rain". in BERGESEN, H.E., PARMANN, G.; THOMMESSEN. Ø.B. (Eds.) (1995), *Green Globe Yearbook of International Co-Operation on Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press, 59–68.
- LEVY, M.A.; YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (1996), "The Study of International Regimes". *European Journal of International Relations*, nº. 1, pp. 267-330.
- LI, S., MATTHEWS, J.; SINHA, A. (2008), "Atmospheric Hydroxyl Radical Production from Electronically Excited NO₂ and H₂O". *Science* 21 (March), Vol. 319, nº 5870, pp. 1657 – 1660.
- LIDSKOG, R.; SUNDQVIST, G. (2002), "The role of science in environmental regimes: the case of LRTAP", *European Journal of International Relations*, 8, 1, P 77–101.
- LINARES, C.; DÍAZ, J. (2010), "Short-term effect of PM_{2.5} on daily hospital admissions in Madrid (2003-2005)". *International Journal of Environmental Health Research*, Vol. 20, No. 2, April, 129–140.
- LÓPEZ RAMÓN, F. (2005), "Régimen Jurídico de la Protección de la Atmósfera". *Revista Aragonesa de Administración Pública*, nº 27.
- LUKITSCH HICKS, B. (1999), "Treaty Congestion in International environmental Law: The need for greater International coordination". 32 *University of Richmond Law Review*. 1643, January.
- LYKKE, E. (1977), "Europe versus itself. Letter to the Editor", *Nature*, Vol. 269, p. 372.
- MÄLER, K.G. (1989), "The Acid Rain Game". En FOLMER, H.; VAN IERLAND, E. (Eds.) (1989), *Valuation Methods and Policy Making in Environmental Economic*, Chapter 12, Amsterdam: Elsevier Science Publishers BV, 231-52.
- MARKUSSEN, J.M. (1994), "Deep Seabed Mining and the Environment: Consequences, Perceptions, and Regulations", in BERGESEN, H.O.; PARMANN, G. (Eds.), *Green Globe Yearbook of International Co-operation on Environment and Development 1994*, Oxford: Oxford University Press, 31–39.
- MATISOFF, D.C. (2010), "Are international environmental agreements enforceable? Implications for institutional design". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 1-22. doi:10.1007/s10784-010-9118-6.

- MAYER, H. (1999), "Air pollution in cities", *Atmospheric Environment* 33, 4029-4037.
- McCORMICK, J. (1998), "Acid Pollution: the International Community's Continuing Struggle", *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 40:3, 16-20 <http://dx.doi.org/10.1080/00139159809603189>.
- McINTYRE, O; MOSEDALE, T. (1997), "The precautionary principle as a norm of customary international law". *Journal of Environmental Law* Vol 9 N° 2, pp. 220-241.
- MILES, E. L. (2006), "Negotiating a New Design for a World Ocean Regime". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 3, August, pp. 43-57.
- MITCHELL, R.B.
 ----, (2003), "International Environmental Agreements: A Survey of Their Features", Formation, and Effects. *Annual Review of Environment and Resources*. 28:429–61.
 ----, (2006), "Problem Structure, Institutional Design, and the Relative Effectiveness of International Environmental Agreements". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 3, August, pp. 72-89.
- MONKS, P. S., *et. al.* (2009), "Atmospheric composition change - global and regional air quality". *Atmospheric Environment* 43, 5268-5350.
- MURDOCH, J.C., and SANDLER, T. (1997), "Voluntary cutbacks and pretreaty behavior: The Helsinki protocol and sulfur emissions", *Public Finance Review* Volume 25, Issue 2, March, Pages 139-162.
- MURDOCH, J.C., SANDLER, T.; VIJVERBERG, W.P.M. (2003), "The participation decision versus the level of participation in an environmental treaty: a spatial probit analysis". *Journal of Public Economics*, Volume 87, Issue 2, February, Pages 337-362.
- MURDOCH, J. C., SANDLER, T.; SARGENT, K. (1997), "A tale of two collectives: Sulphur versus nitrogen oxides emission reduction in Europe". *Economica*, 64(254), 281-301.
- NICHOLSON, G. (2002), "The Common Heritage of Mankind and Mining: An Analysis of the Law as to High Seas, Outer Space, the Antarctic and World Heritage". *New Zealand Journal of Environmental Law*, 177-196.
- OBERTHÜR, S., (2002), "Clustering of Multilateral Environmental Agreements: Potentials and Limitations", *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 2: 317–340.

- ODUNTAN, G. (2003), "The Never Ending Dispute: Legal Theories on the Spatial Demarcation Boundary Plane between Airspace and Outer Space". *Hertfordshire Law Journal*, 1(2), 64-84.
- OKEREKE, C., BULKELEY, H.; SCHROEDER, H, (2009), "Conceptualizing Climate Governance Beyond the International Regime", *Global Environmental Politics*, 2009, Vol. 9, No. 1 , Pages 58-78.
- OREL, A.E.; SEINFELD, J.H. (1977), "Nitrate Formation in Atmospheric Aerosols". *Environmental Science & Technology*, Volume 11, Number 10, October 1977.
- OTTAR, B.
 ----, (1976), "Organization of long –range air pollution monitoring in Europe". *Proc. First Specialty Symposium on Atmospheric Contribution to the Chemistry of Lake Waters. Internat. Assoc. Great Lakes Res. Sept. 28-Oct. 1.*
 ----, (1978), "An assessment of the OECD study on long range transport of air pollutants (LRTAP)". *Atmospheric Environment*, 12:445-454.
 ----, (1986), "Acidification of Precipitation". *ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington.*
- PALMER, G. (1992), New Ways to Make International Environmental Law". *The American Journal of International Law*, Vol. 86, No. 2 (Apr., 1992), pp. 259-283.
- PAOLILLO, F.H. (1998), "Fuentes y evolución del Derecho internacional del medio ambiente". *Cursos Euromediterráneos de Bancaja de Derecho Internacional*, Vol.II, Editorial Aranzadi, pp. 349-428.
- PIRRONE, N.; KEATING, T. (Ed.) (2010), "Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 Part B: Mercury. Air Pollution". Studies No. 18 (ECE/EB.AIR/101), UN, New York and Geneva.
<http://www.unece.org/environmental-policy/treaties/air-pollution/publications/air-pollution-studies/2010/air-pollution-studies-20/docs.html>
- PERSAT, A., CHAMBERS, R.D.; SANTIAGO, J.D. (2009), "Basic principles of electrolyte chemistry for microfluidic electrokinetics. Part I: Acid–base equilibria and pH buffers". *Journal of The Royal Society of Chemistry 2009 Lab Chip*.
- PERSHING, D.W. (1993), "Pollutant Formation and Control/Hazardous Waste Incineration". *Energy & Fuels*, 7, 782-785.
- POPE III, C.A., et. al. (2002), "Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution", *Journal of the American Medical Association*, 287(9): 1132-1141.

- RAMAKRISHNA, K. (1990), "North-South Issues, Common Heritage of Mankind and Global Climate Change". *Millennium - Journal of International Studies*, 19: 429-445.
- RAMANATHAN, V.; FENG, Y. (2009), "Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives". *Atmospheric Environment* 43, 37-50.
- RAMANATHAN, V., CRUTZEN, P.J., KIEHL, J.T.; ROSENFELD, D. (2001), "Aerosols, Climate, and the Hydrological Cycle". *Science* 7 Vol. 294. Nº. 5549, pp. 2119 – 2124, December 2001.
- RAUSTIALA, K. (2000), "Compliance & Effectiveness in International Regulatory Cooperation". 32 *Case Western Reserve Journal of International Law*, 387. Summer, 2000.
- RAVISHANKARA, A.R., DANIEL, J.S.; PORTMAN, R.W. (2009), "Nitrous Oxide (N₂O): The Dominant Ozone-Depleting Substance Emitted in the 21st Century". *Science* 326, 123.
- RINGQUIST, E.J.; KOSTADINOVA, T. (2005), "Assessing the effectiveness of international environmental agreements: The case of the 1985 Helsinki Protocol". *American Journal of Political Science*, 49(1), 86-102.
- RINSLAND, C.P., *et. al.* (2009), "Trend of lower stratospheric methane (CH₄) from atmospheric chemistry experiment (ACE) and atmospheric trace molecule spectroscopy (ATMOS) measurements". *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* 110: 1066–1071.
- RÖBEN, V. (2000), "Institutional Developments under Modern International Environmental Agreements", en *Max Planck Yearbook of United Nations Law*, vol. 4, pp. 369-443.
- ROCH, P.; PERREZ, F.X. (2005), "International Environmental Governance: The Strive Towards a Comprehensive, Coherent, Effective and Efficient International Environmental Regime". 16 *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy*, 1, pp. 1-25.
- ROSENCRANZ, A. (1981), "The ECE Convention of 1979 on Long-Range Transboundary Air Pollution". *The American Journal of International Law*, Vol. 75, No. 4 (Oct., 1981), pp. 975-982.
- ROSENFELD, D., *et. al.* (2008), "Flood or Drought: How Do Aerosols Affect Precipitation?". *Science* 5, Vol. 321. No. 5894, pp. 1309 – 1313, September 2008.

- RUSSELL, A.G. (2009), "A Focus on Particulate Matter and Health". *Environmental Science & Technology*, 43, 4620–4625.
- RYPDALA, K., *et. al.* (2005), "Tropospheric ozone and aerosols in climate agreements: scientific and political challenges". *Environmental Science & Policy* 8: 29–43.
- SACHARIEW, K. (1991), "Promoting compliance with international environmental legal standards: reflexions on monitoring and reporting mechanisms". *Yearbook of International Environmental Law*, n^o. 2, (31-52).
- SAND, P.H.
 -----, (1991), "Lessons Learned in Global Environmental Governance", 18 *B.C. Envtl. Aff. L. Rev.* 213 (<http://lawdigitalcommons.bc.edu/ealr/vol18/iss2/2>).
 -----, (1992), "UNCED and the development of international environmental Law". *Yearbook of International Environmental Law*, n^o. 3, pp. 3-17.
- SANDFORD, R. (1994), "International Environmental Treaty Secretariats: Stage-Hands or Actors?", in BERGESEN, H.E.; GEORG PARMANN, G. (Eds.), *Green Globe Yearbook of International Co-operation on Environment and Development*, Oxford: Oxford University Press, 17–29.
- SCHINDLER, D.W. (1988), "Effects of Acid Rain on Freshwater Ecosystems". *Science* 8 January 1988: Vol. 239 no. 4836 pp. 149-157.
- SCHÖPP, W., AMANN, M., COFALA, J., HEYES, C.; KLIMONT, Z. (1999), "Integrated assessment of European air pollution emission control strategies". *Environmental Modelling & Software* 14: 1–9.
- SCHMIEMAN, E., *et. al.* (2002), "Dynamic cost-effective reduction strategies for acidification in Europe: An application to Ireland and the United Kingdom". *Environmental Modeling and Assessment* 7: 163–178.
- SCHROEDER, H.; YOCUM, D. (2006), "European Institutions for Controlling Chemical air Pollution: an Analysis of CLRTAP-European Union Interplay", in SIMEONOV, L.; CHIRILA, E. (Ed.) (2006). *Chemicals as Intentional and Accidental Global Environmental Threats*, Book Series: NATO Security through Science Series, Springer Netherlands; 321-336 (Doi: 10.1007/978-1-4020-5098-5_25).
- SHAPIRO, W.J. (1999), "Air and Atmosphere: Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-Level Ozone". *Colorado Journal of International Environmental Law, Yearbook*; 208-262.
- SIMMONS, B. A. (1998), "Compliance with International Agreements". *Annual Review of Political Science*, 1, 75-93.

- SIPIN, M.F., GUAZZOTTI, S.A.; PRATHER, K.A. (2003), "Recent Advances and Some Remaining Challenges in Analytical Chemistry of the Atmosphere". *Analytical Chemistry*, 75, 2929-2940.
- SKJAERSETH, J.B. (1992), "The 'successful' ozone-layer negotiations: Are there any lessons to be learned?". *Global Environmental Change*, Volume 2, Issue 4, December 1992, pages 292-300.
- SKJAERSETH, J.B., STOKKE, O.S.; WETTESTAD, J. (2006), "Soft Law, Hard Law, and Effective Implementation of International Environmental Norms". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 3, August, pages. 104-120.
- SKODVIN, T.; ANDRESEN, S. (2006), "Leadership Revisited". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 3, August, pp. 13-27.
- SLIGGERS, J. (2011), "Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution", (Chapter 10), in WEXLER, P.; VAN DER KOLK, J.; MOHAPATRA, A.; AGARWAL, R., (Eds.) (2012), *Chemicals, Environment, Health - A Global Management Perspective*, United State of America, Taylor & Francis Group, LLC, pp 155-169.
- SOBRINO HEREDIA, J.M. (2008). Desarrollo sostenible, calentamiento global y recursos vitals para la humanidad. *Revista juridica interdisciplinar internacional*, 12, 883-904.
- SOMMER J. (1996), "Environmental law-making by international organisations". *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht.*; 56:628-667.
- SOROOS, M.S. (1991), "The Evolution of Global regulation of Atmospheric Pollution". *Policy Studies Journal*, Vol. 10 nº 2, Spring 1991 (115-125).
- SPRINZ, D., and VAAHTORANTA, T., (1994), "The Interest-based Explanation of International Environmental Policy", *International Organization*, 48:1 (Winter), 77-105.
- SPURNY, K.R. (1996), " Chemical mixtures in atmospheric aerosols and their correlation to lung diseases and lung cancer occurrence in the general population". *Toxicology Letters* 88, 271-277.
- STOKKE, O.S. (2000), "Qualitative comparative analysis, shaming, and international regime effectiveness". *Journal of Business Research* 60, 501-511.
- SUNDQVIST, G. (2003), "Recovery in the Acid Rain Story: Transparency and Credibility in Science-Based Environmental Regulation", *Journal of Environmental Policy Planning*, 5:1, 57-79 (<http://dx.doi.org/10.1080/15239080305607>).

- SUNDQVIST, G., LETELL, M.; LIDSKOG, R. (2002), "Science and policy in air pollution abatement strategies". *Environmental Science & Policy* 5, 147–156.
- TAGARIS, E., KUO-JEN LIAO, K.J., DELUCIA, A.J., DECK, L., AMAR, P.; RUSSELL, A. G. (2009), "Potential Impact of Climate Change on Air Pollution-Related Human Health Effect". *Environmental Science & Technology*, 43, 4979–4988.
- TIE, X., ZHANG, R., GUY BRASSEUR, G.; LEI, W. (2002), "Global NO_x Production by Lightning". *Journal of Atmospheric Chemistry* 43: 61–74, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.
- TORRES CAMPRUBÍ, A. (2010), "El mecanismo para la reducción de la deforestación y la degradación forestal y para el fomento de las reservas de carbono (REDD+): Nota sobre un innovador instrumento de mitigación", *Revista Catalana de Dret Ambiental*, Vol. 1, Núm. 2.
- TRAVNIKOV, O. (2005), "Contribution of the intercontinental atmospheric transport to mercury pollution in the Northern Hemisphere". *Atmospheric Environment* 39: 7541–7548.
- TREVES, T. (1998), "The Law of the Sea "System" of Institutions", en *Max Planck Yearbook of United Nations Law*, vol. 2, pp. 325-340.
- TUINSTRA, W., HORDIJK, L.; KROEZE, C. (2006), "Moving boundaries in transboundary air pollution co-production of science and policy under the convention on long-range transboundary air pollution". *Global Environmental Change* 16, 349–363.
- URONE, P.; SCHROEDER, W.H. (1969), "SO₂ in the atmosphere: a wealth of monitoring data, but few reaction rate Studies". *Environmental Science & Technology*, Volume 3, Number 5, May 1969, 436-445.
- VALLACK, H.W., *et al.* (1998), "Controlling persistent organic pollutants-what next?". *Environmental Toxicology and Pharmacology* 6:143-175.
- VEDDER, H. (2010), "The treaty of Lisbon and European Environmental Law and Policy". en *Journal of Environmental Law*, February 24.
- VELLINGA, P., HOWARTH, R.; GUPTA, J. (2002), "Improving Global Environmental Governance", Editorial, *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 2: 293–296.
- VICTOR, D. G. (2006), "Toward Effective International Cooperation on Climate Change: Numbers, Interests and Institutions". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 3, August, (90-103).

- VICTOR, D.G., GREENE, O., LANCHBERY, J., Di PRIMIO J.C.; KORULA, A. (1994), "Review Mechanisms in the Effective Implementation of International Environmental Agreements", WP-94-114, *International Institute for Applied Systems Analysis*, Austria.
- VICTOR, D.G., LANCHBERY, J.; GREENE, O. (1994), "An Empirical Study of Review Mechanisms in Environmental Regimes". *International Institute for Applied Systems Analysis*, Austria.
- VON MOLTKE, K. (2001), "On Clustering International Environmental Agreements", *International Institute for Sustainable Development*, Winnipeg, www.iisd.org/pdf/trade_clustering_meas.pdf
- VON SCHIRNDING, Y., ONZIVU, W.; ADEDE, A.O. (2002), "International environmental law and global public health". *World Health Organization. Bulletin of the World Health Organization*, 80, 12; p. 970.
- VOGLER, J. (2001), "Future Directions: The atmosphere as a global commons". *Atmospheric Environment* 35, 2427-2428.
- VOGLER, J.; STEPHEN, H.R. (2007), "The European Union in global environmental governance: Leadership in the making?". *International Environmental Agreements*, 7:389-413.
- VRANES, E. (2006), "The Definition of 'Norm Conflict' in International Law and Legal Theory". *The European Journal of International Law* Vol. 17 no.2.
- WEISS, E.B (1993), "International Environmental Law: Contemporary Issues and the Emergence of a New World Order". 81 *Georgetown Law Journal*, 675, 702-3.
- WEISS, T.G. (2000), "Governance, Good Governance and Global Governance: Conceptual and Actual Challenges", *Third World Quarterly* 21(5): 795-814.
- WERKSMAN, J.
 ----, (1995), "Consolidating Governance of the Global Commons: Insight from the Global Environmental Facility". *Yearbook of International Environmental Law*, nº. 6, (27-63).
 ----, (1998), "Compliance and the Kyoto Protocol: Building a Backbone into "Flexible" Regime". *Yearbook of International Environmental Law*, nº. 9, (48-101).
- WEST, J.J., FIORE, A.M., OROWITZ, I.W.; MAUZERALL, D.L. (2006), "Global health benefits of mitigating ozone pollution with methane emission controls", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 103 nº. 11 3988-3993, March 14.

WETTESTAD, J.

-----, (1996), "Acid Lessons?: Assessing and Explaining LRTAP Implementation and Effectiveness". *International Institute for Applied Systems Analysis*.

-----, (1997), "Acid lessons? LRTAP implementation and effectiveness". *Global Environmental Change*, Vol. 7 nº 3, pp. 235-249.

-----, (2001), "The 1999 Multi-Pollutant Protocol: A Neglected Break-Through in Solving Europe's Air Pollution Problems", in STOKKE, O.S.; THOMMESSEN, Ø.B. (Eds.), *Yearbook of International Co-operation on Environment and Development 2001/2002*, London: Earthscan Publications, 35-41.

WHITE, I.L. (1969), "A New Political Frontier: An Analysis of Legal and Political Problems in Outer Space". *The Western Political Quarterly*, Vol. 22, No. 1 (Mar., 1969), pp. 163-178.

WINEBRAKE, J.J., CORBETT, J.J., GREEN, E.H., LAUER, A.; EYRING, V. (2009), "Mitigating the Health Impacts of Pollution from Oceangoing Shipping: An Assessment of Low-Sulfur Fuel Mandates". *Environmental Science & Technology*, Vol. 43, Nº. 13.

YAN, B., et. al. (2009), "Roadside, Urban, and Rural Comparison of Primary and Secondary Organic Molecular Markers in Ambient PM_{2.5}". *Environmental Science & Technology*, 43, 4287-4293.

YOUNG O.R.

-----, (1980), "International Regimes: Problems of Concept Formation". *World Politics*; Vol. 32, No. 3, (Apr.) 331-356.

-----, (1989), "The politics of international regime formation: managing natural resources and the environment". *International Organization*; 43:349-375.

-----, (2001), "Inferences and indices: Evaluating the effectiveness of international environmental regimes". *Global Environmental Politics*, 1(1), 99-121.

-----, (2004), "Institutions and the growth of knowledge: Evidence from international environmental regimes". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 4(2), 215-228.

-----, (2008), "The architecture of global environmental governance: Bringing science to bear on policy". *Global Environmental Politics*, 8(1), 14-32.

YOUNG, O.R.; ZÜRN, M. (2006), "The International Regimes Database: Designing and Using a Sophisticated Tool for Institutional Analysis". *Global Environmental Politics*, Volume 6, Number 3, August, pp. 121-143.

DOCUMENTACIÓN

1. Tratados internacionales

Convenio sobre Aviación Civil Internacional, firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944; (BOE núm. 311, de 29 de diciembre de 1969).

Convención Internacional para Prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por

Hidrocarburos de Londres de 12 de mayo 1954 (Convenio OILPOL) (BOE núm. 181, de 29 de julio de 1964).

Tratado antártico, de 1 de diciembre de 1959 (Instrumento de adhesión de 18 de marzo de 1982, BOE núm. 152, de 26 de junio de 1982).

Tratado por el que se prohíben los ensayos con armas nucleares en la atmósfera, el espacio ultraterrestre y debajo del agua, Moscú, 5 de agosto de 1963 (480 UNTS 43; BOE núm. 7, de 8 de junio de 1965).

Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración o utilización del Espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, Resolución 2222 (XXI) de la Asamblea General, aprobada el 19 de diciembre de 1966; (BOE núm. 30, de 4 de febrero de 1969).

Convención de Viena sobre el Derecho de los tratados, de 23 de mayo de 1969 (1155 UNTS 331, 1988; BOE núm. 142, de 13 de junio de 1980).

Convenio internacional sobre la responsabilidad civil por los daños debidos a la contaminación por los hidrocarburos, Bruselas, el 7 de octubre de 1969 (973 UNTS 3, 9 ILM 45, 1970; BOE núm. 58, de 8 de marzo de 1976).

Convenio sobre la conservación de las zonas húmedas de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, hecho en Ramsar el 2 de febrero de 1971 (BOE núm. 199, de 20 de agosto de 1982).

Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales, hecho en Londres, Moscú y Washington, de 29 de marzo de 1972. (BOE núm. 106, de 2 de mayo de 1980).

Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques, hecho en Londres el 2 de noviembre de 1973 (Convenio MARPOL) (BOE núm. 249, de 17 de octubre de 1984).

Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido de desechos y otros materias de 13 de noviembre de 1972 (BOE núm. 77, de 31.03.2006) (Convenio de Londres).

Convención sobre protección del patrimonio mundial, cultural y natural, París, 16 noviembre 1972 (1037 UNTS 16; 11 ILM 1358, 1972; BOE, núm. 156, de 1 de julio de 1982).

The Nordic Environmental Protection Convention, Stockholm, 19 February 1974, 13 ILM (1974).

Convenio internacional para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre, firmado en París el 4 de junio de 1974 (BOE núm. 18, de 21 de enero 1981).

Convenio internacional para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación y Protocolos anejos, hechos en Barcelona el 16 de febrero de 1976 (BOE núm. 44, de 21 de febrero de 1978).

Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la luna y otros cuerpos celestes, Resolución 34/68 de la Asamblea General, aprobada el 5 de diciembre de 1979.

Protocolo sobre la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre, hecho en Atenas, el 17 de mayo de 1980 (19 *ILM* 869, 1980; BOE núm. 152, de 26 de junio de 1984).

Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Hecho en Montego Bay el 10 de diciembre de 1982 (BOE núm. 39, de 14 de febrero de 1997).

- Acuerdo sobre la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 10 de diciembre de 1982, relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, Nueva York, 4 de diciembre de 1995 (34 *ILM* 1542, 1995; BOE núm. 175, de 21 de julio de 2004).

Convención de Viena sobre el Derecho de los tratados entre Estados y organizaciones internacionales o entre organizaciones internacionales, Viena de 21 de marzo de 1986, (25 *ILM*. p. 543, 1986; UN Doc. A/Conf. 129/15).

Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos de 22 de marzo de 1989 (BOE núm. 227, de 22 de septiembre de 1994).

Convenio sobre evaluación del impacto en el medio ambiente en un contexto transfronterizo, Espoo, 25 de febrero 1991 (30 *ILM* 800, 1991; BOE núm. 246-1, de 13 de abril de 1992).

Convención sobre los efectos transfronterizos de los accidentes industriales, Helsinki, de 17 de marzo de 1992 (UN Doc. E/ECE/1268; 31 *ILM* 1330, 1992; BOE núm. 61, de 11 de marzo de 2000).

Convención sobre Diversidad Biológica, hecha en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992 (*ILM* 818) (BOE núm. 27, de 1 de febrero de 1994).

- Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología, hecho en Montreal el 29 de enero de 2000 (BOE núm. 181, de 30 de julio de 2003).

Convención de Naciones Unidas sobre el Combate a la Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, particularmente en África, de París de fecha 17 de junio de 1994 (BOE núm. 36, de 11 de febrero de 1997).

Convenio sobre el acceso a la información, la participación pública en las decisiones y el acceso a la justicia en cuestiones ambientales, Aarhus (Dinamarca), de 25 de junio

de 1998 (BOE. núm. 40, 16 febrero 2005).

Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes del 22 de mayo de 2001(BOE núm. 151, de 23 de junio de 2004).

2. Documentación de los regímenes ambientales relativos a la atmósfera

2.1. Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, hecho en Ginebra el 13 de noviembre de 1979.

2.1.1. Convención y protocolos

Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, hecho en Ginebra el 13 de noviembre de 1979 (18 *ILM* 1442, 1983; 1302 *UNTS* 217; BOE núm. 59, de 10 de marzo de 1983).

Protocolo relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (E.M.E.P.), Ginebra, 28 septiembre 1984 (BOE núm. 42, de 18 de febrero de 1988).

Protocolo de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de azufre y de sus flujos transfronterizos de al menos un 30%, Helsinki, 8 julio 1985 (U.N. Doc. ECE/EB.AIR/12; 27 *ILM* 707, 1988).

Protocolo al Convenio sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno o de sus flujos transfronterizos, Sofía, 1 de noviembre de 1988 (BOE núm. 62, de 13 marzo 1991).

Protocolo a la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica a gran distancia, sobre el control de emisiones de los compuestos orgánicos volátiles y sus flujos transfronterizos, de 18 noviembre de 1991 en Aarhus (31 *ILM* 568, 1992; BOE núm. 225, de 19 de septiembre de 1997).

Protocolo a la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica a gran distancia, sobre reducciones adicionales de las emisiones de azufre, Protocolo de 14 de junio de 1994 en Oslo (BOE núm. 150, de 24 de junio de 1998).

Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados de 24 Junio de 1998 en Aarhus (Dinamarca) (DO L 134 de 17.5.2001), p. 41/6.

Protocolo de la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia provocada por contaminantes orgánicos persistentes de 24 junio de 1998 en Aarhus (Dinamarca). (DO L 81 de 19.3.2004), p. 37/71.

Enmienda al Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes de fecha 18 de diciembre de 2009, adoptado mediante las Decisiones 2009/1, 2009/2 y 2009/3.

(Decisión 2009/4 las Partes acuerdan actualizar la orientación sobre las mejores técnicas disponibles para controlar las emisiones de los COP en el Anexo V y a su vez parte de ella en un documento de orientación (ECE/EB.AIR/2009/14)).

Protocolo de la Convención de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia sobre reducción de la acidificación, eutrofización y del ozono en la troposfera: Protocolo de 30 de noviembre de 1999 en Gotemburgo (BOE nº 87 de 12/4/2005).

2.1.2. Documentación de EMEP

EMEP/MSC-E CAPACT (4—6 de julio de 2007), "Evaluation of pollution levels of lead and PCB-153 over Central Asian (CA) countries within CAPACT project (preliminary results)", Almeli, Kazakhstan.

EMEP/MSC-E Report 6/2007, (September 2007), "Model assessment of transboundary pollution by lead and PCB-153 of the Central Asian Countries: Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan".

EMEP Status Report 1/11, "Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2009", Joint MSC-W & CCC & CEIP Report (http://emep.int/publ/emep2011_publications.html)

Supplementary material to EMEP Status Report 1/11, "EMEP Unified model performance for acidifying and eutrophying components and photo-oxidants in 2009". (http://emep.int/publ/reports/2011/Validation_2009.pdf).

EMEP Status Report 2/11, "Heavy Metals: Transboundary Pollution of the Environment", Joint MSC-E & CCC Report (http://www.msceast.org/rep/2_2011.pdf).

EMEP Status Report 3/11, "Persistent Organic Pollutants in the Environment" Joint MSC-E & CCC Report (http://www.msceast.org/rep/3_2011.pdf).

EMEP Status Report 4/11, "Transboundary Particulate Matter in Europe: Status Report 2011". Joint CCC & MSC-W & CEIP & CIAM Report. (<http://tarantula.nilu.no/projects/ccc/reports/emep4-2011.pdf>).

Meteorologisk Institutt Norwegian Meteorological Institute, (2011). Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe in 2009. (EMEP Report 1/2011), July 2011.

2.1.3. Informes del Órgano Ejecutivo

19ª sesión del Órgano Ejecutivo (ECE/EB.AIR/75 16 January 2002).

24ª reunión del Órgano Ejecutivo (ECE/EB.AIR/89 párrafo 78) realizada en 2006, donde los Países Bajos, EBD2001/6 on Facilitation of Participation of Countries with Economies in Transition, Doc. ECE/EB.AIR/75 (16 January 2002), Annex X.

33ª sesión Geneva, 7–9 September 2009 Item 6(d) of the provisional agenda (ECE/EB.AIR/GE.1/2009/11) 29 June 2009.

2.1.4. Decisiones del Órgano Ejecutivo

Decision 1997/2 on the Implementation Committee, its structure and functions and procedures for review of compliance. (ECE/EB.AIR/53; 7 January 1998).

Decision 2000/2 on compliance by the Parties with their reporting obligations, en Report of the 18th session of the Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, de 18 de enero de 2001, UN Docs-E/ECE/EB.AIR/DEC/2000/2.

Decision 2004/4. Annex IV. Concerning the Establishment a Task Force on the Hemispheric Transport of Air Pollution, ECE/EB.AIR/83/Add.1.

Decision 2006/2 sobre “Implementation Committee, its structure and functions and procedures for review” (ECE/EB.AIR/2006/2) de fecha 3 de octubre de 2006.

Decisión 2006/11 on Accreditation of Non-Governmental Organization to attend meeting under The Convention, doc. ECE/EB.AIR/89/Add.1 (5 February 2007).

Decision 2007/3 on Compliance with Protocol Obligations, (ECE/EB.AIR/2007/3) de 26 Septiembre 2007.

Decision, on Compliance with Protocol Obligations, (ECE/EB.AIR/2008/3) de 21 de Octubre de 2008.

2.1.5. Reportes e informes científicos

Annual Report of the Economic Commission for Europe, 1979, UN Economic and Social Council, Official Records (1979), Supplement, nº. 12, vol. I.

Working Group on Abatement Strategies of the Executive Body for the Convention on Long-Range Air Pollution, Doc.EB.AIR/WG.5/R.21, 1-3 (1991); Doc.EB.AIR/WG.5/R.20, 3-5 (1991); Doc.EB.AIR/WG.4/12, Annex 1, 6-17 (1991).

Hemispheric Air Pollution: Trends and Intercontinental Transport of Photo-Oxidants, Particles and their Precursors across the Northern Hemisphere. (Observations, Models, Policy Implications), EB.AIR/GE.1/2003/7 27 June 2003.

UNECE 2004. The 2004 Substantive Report on the Review and Assessment of air Pollution Effect and their Recorded trends. EB.AIR/WG.1/2004/14/Rev 1 September 21, 2004.5

Grupo de Trabajo sobre Estrategias y Análisis (GTEA) ECE/EB.AIR/87, 27 January 2006. Strategies and Policies for Air Pollution Abatement, 2006 Review prepared under The Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Geneva, ECE/EB.AIR/93.

Air pollution and climate change: developing a framework for integrated co-benefits strategies, ECE/EB.AIR/2008/10, 2 October 2008.

Task force on Hemispheric Transport of Air Pollution, (2010), "Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 Part D: Answers to Policy-Relevant Science Questions". Air Pollution Studies No. 20 (ECE/EB.AIR/103), UN, New York and Geneva. <http://www.unece.org/environmental-policy/treaties/air-pollution/publications/air-pollution-studies/2010/air-pollution-studies-20/docs.html>

Working Group on Strategies and Review Forty-ninth sesión Geneva, 12–16 September 2011 Item 3 (ECE/EB.AIR/WG.5/2011/17, 30 June 2011). Report: "Energy Efficient Measures, Introducing Clean Coal Technologies". UNECE Project Capacity Building for Air Quality Management and the Application of Clean Coal Combustion Technologies in Central Asia.

UNECE, (2007). Strategies and Policies for Air Pollution Abatement, 2006 Review prepared under The Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Geneva, ECE/EB.AIR/93, pp. 16-17.

http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/capact/docs/output/Report_Zenyutich_e.pdf

2.2. Convención de Viena para la protección de la capa de ozono, de 22 de marzo de 1985 y Protocolo de Montreal, de 1987

2.2.1. Convención y protocolos

Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, hecho en Viena el 22 de marzo de 1985 (BOE núm. 2275, de 16 de noviembre de 1988).

- Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, hecho en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (BOE núm. 65, de 17 de marzo de 1989).
- Enmienda al Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que empobrecen la capa de ozono, Londres, 29 junio de 1990 (30 *ILM* 537, 1991; BOE nº168, de 17 julio 1992).
- Enmienda del Protocolo de Montreal adoptada en la Cuarta Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal, celebrada en Copenhague del 23 al 25.11.1992. (BOE 15.9.1995).

2.2.2. Informes de las Reuniones de las Partes:

Informe de la 1ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, Helsinki, del 2 al 5 de mayo de 1989, UNEP/OzL.Pro.1/5, de 6 de mayo de 1989.

Informe de la 2ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, London, del 27 al 29 de junio de 1990, UNEP/OzL.Pro.2 /3, de 29 de junio de 1990.

Informe de la 3ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, Nairobi, del 19 al 21 de junio de 1991, UNEP/OzL.Pro.3/11, de 21 de junio de 1991.

Informe de la 4ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, Copenhague, del 23 al 25 de noviembre de 1992, UNEP/OzL.Pro.4/15, de 25 de noviembre de 1992.

Informe de la 5ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, Bangkok, del 17 al 19 de noviembre de 1993, UNEP/OzL.Pro.5/12, de 19 de noviembre de 1993.

Informe de la 7ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, Viena, del 5 al 7 de diciembre de 1995, UNEP/OzL.Pro.7/12, de 27 de diciembre de 1995.

Informe de la 8ª reunión de la Conferencia de las Partes 20ª Reunión de las Partes en el Protocolo de en el Convenio de Viena para Montreal relativo a las sustancias que agotan la protección de la capa de ozono la capa de ozono, Doha, 16 a 20 de noviembre de 2008, UNEP/OzL.Conv.8/7- UNEP/OzL.Pro.20/9, 27 de noviembre de 2008.

Informe de la 21ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, Port Ghalib, Egipto, 4 a 8 de noviembre de 2009, UNEP/OzL.Pro.21/8, 21 de noviembre de 2009.

Informe de la 22ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono Bangkok, 8 a 12 de noviembre de 2010, UNEP/OzL.Pro.22/9, 26 de noviembre de 2010.

2.2.3. Informes del Comité de Aplicación:

Informe del Comité de Aplicación establecido con arreglo al procedimiento relativo al incumplimiento del Protocolo de Montreal sobre la labor realizada en su 22ª reunión, Ginebra, 14 de junio de 1999, UNEP/OzL.Pro.11/ImpCom/22/4, de 18 de junio de 1999.

Informe del Comité de Aplicación establecido con arreglo al procedimiento relativo al incumplimiento del Protocolo de Montreal sobre la labor realizada en su 24ª reunión, Ginebra, 10 de julio de 2000, UNEP/OzL.Pro.11/ImpCom/24/4, de 10 de julio de 2000.

Informe del Comité de Aplicación establecido con arreglo al procedimiento relativo al incumplimiento del Protocolo de Montreal 47ª reunión, Bali, Indonesia, 18 y 19 de noviembre de 2011, Informe del UNEP/OzL.Pro/ImpCom/47/6, 8 de diciembre de 2011

2.2.4. Otros:

Informe del Grupo de Trabajo de composición abierta de las Partes del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. 27ª reunión. Nairobi, junio 2007

2.3. Convención marco sobre cambio climático, 9 de mayo de 1992 y Protocolo de Kyoto, de 1997 (www.unfccc.int)

2.3.1. Convención y Protocolo

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Nueva York, 9 de mayo de 1992 (31 *ILM*. 849, 1992; BOE. núm. 27, 1 de febrero de 1994).

- Protocolo de Kyoto de 1997, de 11 de diciembre de 1997 (BOE núm. 33, de 8 de febrero de 2005).

2.3.2. Informes de las Conferencias de las Partes

Plan de Acción de Bali. Decisión 1/CP.13. FCCC/CP/2007/6/Add.1.

Decisión 2/CP.15. Acuerdo de Copenhague de 18 de diciembre de 2009. FCCC/CP/2009/11/Add.1.

Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010. FCCC/CP/2010/7/Add.2.

Conference of the Parties Seventeenth sesión Durban, Establishment of an Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action Proposal by the President Draft decision -/CP.17. 28 November to 9 December 2011.

2.3.3. Documentos e Informes:

Doc. FCCC/CP/1998/2, COP-4, Buenos Aires, ítem 4-f) de la agenda provisional.

Review of the Implementation of Commitments and of other provisions of the Convention Activities Implemented Jointly, Review of Progress under the Pilot Phase (Decisión 5/CP.1).

UN Doc. UNFCCC/AGBM/1997/MISC.1/Add.3, "Ad Hoc Group on Berlin Mandate. Seventh Session. Implementation of the Berlin Mandate. Additional Proposals from Parties. Addendum", p. 8.

Guidelines for the implementation of Article 6 of the Kyoto Protocol

(FCCC/CP/2001/13/Add.2, sección II), Decisión 16/CP.7.

Decisión 24/CP.7, "Procedimientos y mecanismos relativos al cumplimiento previstos en el Protocolo de Kyoto", en FCCC/CP/2001/13/Add. 3.

International Panel on Climate Change 2000: Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Watson, R.T. y colaboradores (directores de la publicación)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos, 377 págs.

Manual del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985, Séptima edición (2006), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

2.3.4. Informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (<http://www.ipcc.ch/>)

IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4)

- IPCC, 2007a: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- IPCC, 2007c: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- IPCC, 2007d: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., XXX pp.

Third Assessment Report: "Climate Change" 2001 (IPCC2001) (TAR)

- IPCC, 2001: *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Integovernmental Panel on Climate Change* [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 pp.
- IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T.,Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der

Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.

- IPCC, 2001: *Climate Change 2001: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability* [McCarthy, J.J.; Canziani, O.F.; Leary, N.A.; Dokken, D.J.; White, K.S. (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995 (SAR)

- IPCC, 1995: *Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Contribution of WGI to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell Production Editor: J.A. Lakeman (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. (Digitized by the Digitization and Microform Unit, UNOG Library, 2010)
- IPCC, 1995: *Climate Change 1995: Second Assessment Climate Change 1995 a Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (Digitized by the Digitization and Microform Unit, UNOG Library, 2010)

IPCC, 1992: *The 1992 IPCC Supplement: Scientific Assessment, Prepared by IPCC Working Group I*, [J.T.Houghton, B.A.Callander and S.K.Varney (Eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC First Assessment Report 1990 (FAR)

- IPCC, 1990: *Climate Change 1990: First Scientific Assessment* [J.T. Houghton, G. J. Jenkins and J. J. Ephraums (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

3. Documentación de Conferencias Internacionales

Declaración de la Conferencia de las naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo, 16 de junio de 1972. ONU. (11 *ILM* 1416). Doc. A/CONF 48/14. Rev. 1.

United Nations Conference on Environment and Development, “Rio Declaration on Environment and Development”, U.N. Doc. A/CONF.151/5/Rev. 1 (1992) y 31 *ILM* (1992), p. 874.

Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992, A/CONF.151/Rev.1, vol. I, de 14 de agosto de 1992.

Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, Rio de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992, A/CONF.151/26, vol. III, de 14 de agosto de 1992.

4. Documentación de Organizaciones Internacionales

4.1. Documentos de Naciones Unidas

Carta de Naciones Unidas, San Francisco, 26 de junio de 1945 (BOE núm. 275, de 16 de

noviembre de 1990).

4.1.1. Asamblea General de Naciones Unidas

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas 1803 (XVII), 14 de diciembre de 1962, “Soberanía Permanente sobre los recursos naturales”.

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas 2398 (XXIII), de 3 de diciembre de 1968, “Problemas del Medio Humano”.

Resolución 2625 (XXV) de la Asamblea General de Naciones Unidas, de 24 de octubre de 1970, que contiene la “Declaración relativa a los principios de Derecho internacional referentes a las relaciones de amistad y a la cooperación entre los Estados de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas”

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas 2994 (XXVII), de 15 de diciembre de 1972, “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano”, 2112ª Sesión plenaria.

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas 2995 (XXVII), de 15 de diciembre de 1972, “Cooperación entre los Estados en el campo del medio ambiente”, 2112ª. Sesión plenaria.

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas 2996 (XXVII), de 15 de diciembre de 1972, “Responsabilidad internacional de los Estados en relación con el medio ambiente”, 2112ª. Sesión plenaria.

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas 2997 (XXVII), de 15 de diciembre de 1972, “Institutional and financial arrangements for International Environmental Cooperation”, 2112ª sesión plenaria.

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas 3436 (XXX), de 9 de diciembre de 1975, “Conventions and Protocols in the field of the environment”, 2432ª sesión plenaria.

Resolución de Asamblea General de Naciones Unidas nº. 37/7, de 28 de octubre de 1982, Carta Mundial de la Naturaleza, UN-Doc. A/Res.37/7, de 28 de octubre de 1982.

Declaración sobre el derecho al desarrollo, Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas nº. 41/128, 97ª Plenaria, UN-Doc. A/Res.41/128, de 4 de diciembre de 1986.

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas, nº. 42/186, de 11 de diciembre de 1987, “Environmental Perspective to the Year 2000 and Beyond”.

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas nº. 209/46, de 20 de diciembre de 1991, 79ª Plenaria, “Medio Ambiente y comercio internacional”.

Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas, nº. 47/191, de 22 de diciembre de 1992, "Institutional arrangements to follow up the United Nations Conference on Environment and Development". UN-Doc. A/Res. 47/191, de 22 de diciembre de 1992.

Resolución sobre el Informe del Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, UN-Doc. A/Res./54/216, de 3 de febrero de 2000.

Resolución sobre el Fomento de la complementariedad entre los instrumentos internacionales relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible, UNDoc. A/Res./54/27, de 21 de marzo de 2000.

Resolución sobre el "Examen decenal de los progresos logrados en aplicación de los resultados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Res. AGNU, A/Res/55/199, de 20 de diciembre del 2000.

Resolución sobre la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, UN-Doc. A/Res/57/253, de 21 de febrero de 2003.

Resolución sobre la Protección del clima mundial para las generaciones presentes y futuras, UN-Doc. A/Res/57/257, de 27 de febrero de 2003.

Resolución sobre la Conferencia Mundial sobre el cambio climático, UN-Doc. A/Res/57/258, de 27 de febrero de 2003.

Resolución de la Asamblea General (A/RES/64/236), de 30 de marzo de 2010. Implementation of Agenda 21, the Programme for the Further Implementation of Agenda 21 and the outcomes of the World Summit on Sustainable Development.

Resolución de la Asamblea General (A/65/152), de 20 de diciembre de 2010. Ejecución del Programa 21 y del Plan para su ulterior ejecución, y aplicación de los resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.

4.1.2. Secretaría General

Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común. (Informe *Brundtland*). Asamblea General 96^a sesión plenaria de 11 de diciembre 1987. (42/187).

Informe del Secretario General sobre comercio, medio ambiente y desarrollo sostenible, UN Doc. E/CN.17/1996/8 y Add.1.

Informe del Secretario General sobre integración del medio ambiente y el desarrollo en la adopción de decisiones, UN Doc. E/CN.17/1996/11 y Add.1. Informe del Secretario General sobre el papel de los grupos principales en la aplicación del Programa 21, UN Doc. E/CN.17/1996/12.

Informe del Secretario General sobre aumento de la capacidad para el desarrollo sostenible, UN Doc. E/CN.17/1996/15.

Informe del Secretario General sobre instrumentos y mecanismos jurídicos internacionales, UN Doc. E/CN.17/1996/17 y Add.1, de 1 de marzo de 1996.

4.1.3. Programa de Naciones Unidas para el medioambiente (PNUMA)

UNEP Draft Principles of Conduct in the Field of the Environment for the Guidance of States in the Conservation and Harmonious Utilization of Natural Resources Shared by two or more States, 1978 and Annex: Report of the Intergovernmental Working Group.

“Review of the institutional arrangements for international environmental cooperation”, United Nations Environment Programme: compendium of legislative authority, 1972-1977, Oxford, England, New York, Pergamon Press, 1978, pp. 134-135, UN Doc. UNEP/GC/DEC/3/2

The World Environment 1972-1982, A Report by the UNEP, 1982.

“International conventions and protocols in the field of the environment: report of the Executive Director”, Nairobi, UN, 3 de febrero de 1987, UNEP/GC/14/18.

Environment Programme, 18th session, A/50/25, de 20 de junio de 1995, pp. 61-63, GAOR, 50th sess., Suppl. Nº. 25, UN Docs – UNEP/GC/DEC/18/9.

“Procedimiento de incumplimiento, Protocolo de Montreal, UNEP/OzL.Pro/4/15, Annex IV, 1995, pp. 46 y ss.

Decisión del Consejo de Administración del PNUMA 19/1 de 7 de febrero de 1997, Anexo.

Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, Informe del Secretario General sobre la “Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el desarrollo: aplicación y ejecución”, Quinto período de sesiones, del 7 al 25 de abril de 1997, Doc. E/CN.17/1997/8, de 10 de febrero de 1997.

“Policy effectiveness and multilateral agreements”, en *Environment and Trade*, nº. 17, Ginebra 1998, UNEP/98/6.

Declaración Ministerial de Malmö, 31 mayo 2000, adoptada por el Foro Mundial de los Ministros de Medio Ambiente y jefes de delegación reunidos en Malmö, Suecia, Sexta Sesión Especial del Consejo Administrativo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Quinta Reunión Plenaria, de 31 de mayo de 2000, de conformidad con la Resolución 53/242 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, de 28 de julio de 1999.

GEO 3, *Global Environment Outlook 3, Perspectivas del medio ambiente mundial 2002*, Mundi-Prensa Libros, S. A. para el PNUMA 2002, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons [Metz, B., et al. Ozone Secretariat UNEP, November 2005. Production and Consumption of Ozone Depleting Substances under the Montreal Protocol 1986 – 2004.

GEO 4, UNEP (2007), *Global Environment Outlook 4, Perspectivas del medio ambiente mundial para el desarrollo 2007*, Primera edición realizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en el 2007, Malta.

GEO 4 UNEP (2007), *Fourth Global Environment Outlook: environment for development assessment report*, Malta, Progress Press Ltd.

PNUD (2007), Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008. La lucha contra el cambio climático, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, New York. En su propuesta de lucha contra el cambio climático, el PNUD insiste en que los países desarrollados reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero en al menos el 80 % hasta el año 2050 respecto de los niveles de 1990.

“Gobernanza ambiental a nivel internacional y reforma de las Naciones Unidas”, UNEP/GC.25/16/Add.1, 24 de diciembre de 2008.

25ª session of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum Nairobi, UNEP/GC.25/17, 26 February 2009. 25/1: Implementation of decision SS.VII/1 on international environmental governance.

4.2. OMS

WHO (1987), “Air Quality Guidelines for Europe”. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1987 (WHO Regional Publications, European Series, No. 23).

WHO (2000), “Air Quality Guidelines for Europe”, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series No. 91).

World Health Organization in support of air pollution policy development in Europe, and in particular the European Commission’s Clean Air for Europe (CAFE) programme, *Health Aspects of Air Pollution Results from the WHO Project “Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe”*, organized by the, June 2004.

Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, Actualización mundial 2005. Grupo de Trabajo de la OMS de Bonn del 18 al 20 de octubre de 2005.

WHO Regional Office for Europe, Health Risks of Heavy Metals from Long-Range Transboundary Air Pollution, 2007

WHO (2008), The global burden of disease: 2004 update. World Health Organization 2008, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

Air quality guidelines: global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2006 (<http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf>, accessed 19 July 2008))

4.3. OCDE

Organization for Economic Cooperation and Development. 1972. *Cooperative Technical Programme to Measure the Long-Range Transport of Air Pollutants*. Paris, OECD Environment Directorate.

1974 OECD Guidelines for Action to Reduce Emissions of Sulphur Oxides and Particular Matter from fuel Combustion in Stationary Sources. *Internacional Protection of the Environment*, XV. 7628.

Organization for Economic Cooperation and Development, 1977. *The OECD Programme on Long-Range Transport of Air Pollutants: Measurements and Findings*, Organization for Economic Cooperation and Development, 2nd ed., Paris.

Organization for Economic Cooperation and Development , 1990, Control for Economic Cooperation and Development Organization Strategies for Photochemical Oxidants across Europe. Paris: OECD

Recomendation on the Application of the Polluter-Pays Principle to Accidental Pollution C(89)88 (Final) OECD, 1989; 28 ILM 1320.

OECD Council Decision-recommendation concerning the provision of information to the public and public participation in decision-making processes related to the prevention of and response to accidents involving hazardous substances July 8, 1998. 28ILM (1989) at 277.

(OECD) (1990), Control for Economic Cooperation and Development Organization Strategies for Photochemical Oxidants across Europe. Paris: OECD.

4.4. World Meteorological Organization

WMO, 1986: *Atmospheric Ozone 1985*. Global Ozone Research and Monitoring Project Report No.16, World Meteorological Organization, Geneva, Volume 3.

World Meteorological Organization, 1995. Scientific assessment of ozone depletion: 1994. World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project. Re- port No. 37, Geneva, Switzerland, February

WMO, 2003: *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002*. Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 47, World Meteorological Organization, Geneva, 498 pp.

WMO 2008: Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 51, Report of the seventh meeting of the ozone research managers of the parties to the Vienna Convention for the protection of the ozone layer. (WMO Geneva, 18 - 21 May 2008).

5. UE

5.1. Directivas:

Directiva 84/360/CEE del Consejo, de 28 de junio de 1984, relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales (DO n° L 188 de 16/07/1984, p. 20-25).

Directiva del Consejo 85/337/CEE, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (DOCE num L175, de 5 de julio de 1985).

Directiva 88/609/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1988 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (DO n° L 336 de 07/12/1988).

Directiva 94/66/CE del Consejo de 15 de diciembre de 1994 por la que se modifica la Directiva 88/609/CEE sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (DO n° L 337 de 24/12/1994).

Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (DO L 257 de 10.10.1996, p. 26).

Directiva 96/62/CE del Consejo de 27 de septiembre de 1996 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente. (DO L 296 de 21.11.1996).

Directiva 2001/80/CE relativa a la limitación de las emisiones de contaminantes a la atmósfera de grandes instalaciones de combustión (DO L 309 de 27.11.2001).

Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo. (DO L 275 de 25.10.2003, p. 32)

Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños ambientales (DO L 143 de 30.4.2004, p. 56 a 75).

Directiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kyoto (DO L 338 de 13/11/2004 p. 18).

Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2006 sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas y por la que se modifica la Directiva 2004/35/CE (DO L 102 de 11.4.2006, p. 15).

DIRECTIVA 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. (DOUE L 140/63 de 5.6.2009)

5.2. Decisiones

Decisión del Consejo, 81/462/CEE de 11 de junio de 1981, relativa a la celebración de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (DO L 171 de 27.6.1981, p. 11/24)

5.3. Otros

Recomendación 2003/47/CE de la Comisión, de 15 de enero de 2003, sobre orientaciones para asistir a los Estados miembros en la elaboración de planes nacionales de reducción de emisiones en relación con las disposiciones de la Directiva 2001/80/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (DO n° L 16 de 22/01/2003)

Comisión Europea (2007a), “Libro Verde: Adaptación al cambio climático en Europa: Opciones de actuación para la UE”, COM(2007) 354 final

European Union emission inventory report 1990–2010 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP). EEA Technical report No 8/2012. Jul 13, 2012

6. Documentación de otros organismos

Organización Internacional del Trabajo (OIT) o Internacional Labor Organization (ILO). ILO Recommendation Concerning Benzene. 1971, June 2 Recorded in *Internacional Protection of the Environment*, XXVIII. 374.

Council of Europe Committee of Ministers. Resolution Resolution (70)11. March 7, 1970. On the Co-Ordination of Efforts Made in Town and Country Planning in Air Pollution Control. *Internacional Protection of the Environment*, XV. 7532

Carbon Finance for Sustainable Development 2008, Carbon Finance at the World Bank

EPA (2009), US Emissions Inventory 2009: Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2007.

7. Jurisprudencia

Sentencia Tribunal arbitral de 11 de marzo de 1941, Caso Trail Smelter (USA/Canadá), publicada en *Annual Journal internacional Law*, 1941 núm. 35, pp. 684 y ss.

TIJ, Caso del Estrecho de Corfu (UK/Albania), Sentencia de 9 de abril de 1949, *RTIJ*, 1949, p.18 y ss.

Caso Lago Lanoux (ESPAÑA/FRANCIA), Sentencia de 16 de noviembre de 1956, ONU, RSA, Vol. XII, p. 285.

Lac Lanoux Arbitration (Spain v. France), 12 R.I.A.A. 281, de 16 de noviembre de 1967, pp. 324-325. También en *International Law Reports*, vol. 24, 1975, pp. 111-123.

CIJ, Plataforma continental (Jamahiriya áreba Libia/Malta), Sentencia de fecha 3 de junio de 1985.

CIJ, Proyecto Gabčíkovo-Nagymaros (Hungría/Eslovaquia), Sentencia de 25 de septiembre de 1997, I.C.J. Reports 1997.

SITIOS WEB

Convention on Long-Range Transboundary air pollution :
http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap_h1.htm

EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme):<http://www.emep.int>
Environmental Knowledge for Change: <http://www.grida.no/>

European Environment Agency: <http://www.eea.europa.eu/>

Europa: Legislación Contaminación Atmosférica:
http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/index_es.htm

EPA, U.S. Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/>

Internacional Law Association: <http://www.ila-hq.org/en/index.cfm>

Intergovernmental Panel on Climate Change <http://www.ipcc.ch/>

Programa ONU-REDD <http://www.un-redd.org/>

Unión Europea: http://europa.eu/index_es.htm

United Nations Economic Commissions for Europe <http://www.unece.org>

World Health Organization Regional Office for Europe: <http://www.euro.who.int/air>

World Meteorological Organization: <http://www.wmo.int/>

World Health Organization: <http://www.who.int/>