

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	15
--------------	----

CAPÍTULO 1

Medio ambiente: Concepto, Interdisciplinariedad, Estado actual

1.1. CONCEPTO Y EXTENSIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	19
1.1.1. Medio ambiente físico	25
1.1.2. Ciencia y Tecnología Ambientales	26
1.1.3. Química e Ingeniería del Medio Ambiente	27
1.1.4. Formación Ambiental	28
1.2. PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES PENDIENTES	29
1.2.1. La explosión demográfica o superpoblación mundial .	30
1.2.2. La necesidad creciente de alimentos	32
1.2.3. Contaminación atmosférica	33
1.2.4. Pesticidas	35
1.2.5. Metales pesados	37
1.2.6. Contaminación del agua	39
1.2.7. Contaminación por residuos sólidos	40
1.2.8. Aditivos alimentarios	40
1.2.9. Necesidad de nuevas fuentes de energía	42
1.2.10. Utilización creciente de productos químicos	46
1.2.11. A modo de resumen	46
EJERCICIOS de autocomprobación	47
SOLUCIÓN a los ejercicios de autocomprobación	49

CAPÍTULO 2

Contaminación atmosférica.

La atmósfera y los contaminantes atmosféricos

2.1. LA ATMÓSFERA	59
2.1.1. Regiones de la atmósfera	60
2.1.2. Balance térmico terrestre	62
2.1.3. Química de la atmósfera	66
2.2. CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	67
2.2.1. Clasificación general de los agentes contaminantes	68
2.2.1.1. Clasificación de los contaminantes químicos ..	69
2.2.2. Fuentes de contaminantes atmosféricos	71
2.2.3. Contaminantes mayoritarios y minoritarios	73
2.2.3.1. Monóxido de carbono	74
2.2.3.2. Dióxido de azufre	75
2.2.3.3. Óxidos de nitrógeno	78
2.2.3.4. Partículas en suspensión	80
2.2.3.5. Hidrocarburos	82
2.2.3.5.1. El smog fotoquímico	83
2.2.3.6. El Plomo	85
2.2.4. Episodios agudos de contaminación atmosférica	86
EJERCICIOS de autocomprobación	90
SOLUCIÓN a los ejercicios de autocomprobación	92

CAPÍTULO 3

Contaminación atmosférica II.

Dispersión de contaminantes y métodos de control

3.1. METEOROLOGÍA Y DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ...	105
3.2. MEDIDA DE LA CALIDAD DEL AIRE	110
3.3. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	113
3.3.1. Métodos utilizados en el control de partículas	116
3.3.2. Métodos y equipamientos utilizados para evitar la emisión de contaminantes gaseosos a la atmósfera	122
3.3.2.1. Absorción	122
3.3.2.2. Adsorción	124
3.3.2.3. Condensación	127
3.3.2.4. Oxidación y Reducción	129

3.3.3. Control de las emisiones procedentes del escape de automóviles	130
EJERCICIOS de autocomprobación	134
SOLUCIÓN a los ejercicios de autocomprobación	136

CAPÍTULO 4

El agua: estado natural. Propiedades. Contaminantes. Análisis

4.1. INTRODUCCIÓN	149
4.2. CICLO HIDROLÓGICO O CICLO DEL AGUA	153
4.3. COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL AGUA	156
4.4. COMPOSICIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS NATURALES	161
4.4.1. Residuos con requerimiento de oxígeno	162
4.4.2. Patógenos	163
4.4.3. Nutrientes	164
4.4.4. Salinidad	165
4.4.5. Metales pesados	165
4.4.6. Compuestos orgánicos traza	166
4.4.7. Petróleo	167
4.4.8. Sustancias radiactivas	168
4.4.9. Contaminación térmica	169
4.4.10. Sedimentos	170
4.5. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL PROCESO ANALÍTICO DE MUESTRAS ACUOSAS	170
4.5.1. Toma de muestras	171
4.5.2. Métodos volumétricos de análisis	171
4.5.3. Espectrofotometrías de absorción	172
4.5.4. Espectrofotometría de absorción atómica	174
4.5.5. Cromatografía líquida de alta resolución	174
4.6. PARÁMETROS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS DE UN AGUA	175
4.6.1. Parámetros físicos	175
4.6.2. Parámetros químicos	177
4.6.3. Parámetros microbiológicos	182
EJERCICIOS de autocomprobación	184
SOLUCIÓN a los ejercicios de autocomprobación	186

CAPÍTULO 5

Tratamiento de aguas y aguas residuales

5.1. INTRODUCCIÓN	197
5.2. TRATAMIENTO DE AGUAS PARA CONSUMO HUMANO	198
5.2.1. Eliminación de partículas sedimentables	198
5.2.2. Dureza de un agua. Métodos de ablandamiento de aguas..	200
5.2.3. Desinfección de aguas para consumo humano	204
5.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS	205
5.3.1. Procesos de tratamiento primario	208
5.3.2. Procesos de tratamiento secundario	210
5.3.3. Procesos de tratamiento terciario	217
5.3.4. Gestión de una planta depuradora de aguas residuales urbanas	218
5.4. TRATAMIENTO DE AGUAS PARA LA INDUSTRIA Y DE VER- TIDOS INDUSTRIALES	219
5.4.1. Acondicionamiento del agua para uso industrial	219
5.4.2. Tratamiento de aguas residuales de efluentes industriales...	221
EJERCICIOS de autocomprobación	227
SOLUCIÓN a los ejercicios de autocomprobación	230

CAPÍTULO 6

Residuos urbanos, industriales y radiactivos

6.1. LOS RESIDUOS SÓLIDOS: DEFINICIÓN, ORIGEN Y CLASI- FICACIÓN	245
6.2. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	246
6.2.1. Cantidades, composición y propiedades de los RSU	247
6.2.2. Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos	249
6.2.2.1. Vertedero controlado	252
6.2.2.2. Tratamientos térmicos de Residuos Sólidos Ur- banos	254
6.2.2.3. Separación y recuperación de las fracciones de los RSU para su aprovechamiento o reciclado .	257
6.2.3. Coste de la gestión de los RSU	264
6.3. RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS	265
6.3.1. Definición y clasificación de un RTP	265

6.3.2. Métodos de gestión de residuos tóxicos y peligrosos	266
6.3.2.1. Depósitos de seguridad	267
6.3.2.2. Tratamientos de los RTP	270
6.3.3. Gestión de los residuos industriales en España	271
6.4. RESIDUOS RADIATIVOS	273
6.4.1. Disposición final de los residuos radiactivos	276
EJERCICIOS de autocomprobación	279
SOLUCIÓN a los ejercicios de autocomprobación	281

CAPITULO 7

Contaminación por agentes físicos

7.1. CONTAMINACIÓN SONORA	293
7.1.1. Introducción	293
7.1.2. Características físicas del sonido	294
7.1.3. Fisiología de la audición	301
7.1.4. Evaluación del nivel de ruido. Legislación	303
7.1.4.1. Ambientes laborales	304
7.1.4.2. Ambientes no laborales	305
7.1.5. Prevención y protección frente a la exposición al ruido	307
7.2. CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA	308
7.2.1. Introducción	308
7.2.2. Radiaciones ionizantes	310
7.2.2.1. Efectos biológicos de las radiaciones	312
7.2.2.2. Tipos de riesgos de exposición a radiaciones ionizantes	314
7.2.2.3. Magnitudes y unidades	314
7.2.2.4. Límites máximos permisibles	315
7.2.2.5. Medidas preventivas	316
7.2.2.6. Medida de la dosis de radiación	318
7.2.2.7. Plan de emergencia	318
7.2.3. Radiaciones no ionizantes	319
7.2.3.1. Radiaciones ultravioleta (UV)	319
7.2.3.2. Radiación visible	320
7.2.3.3. Radiación infrarroja (IR)	320
7.2.3.4. Evaluación de riesgos por exposición a radiaciones ópticas y medidas de prevención y protección	321

7.2.4. Microondas (MW)	322
7.2.5. Campos electromagnéticos (CEM)	322
7.2.6. Radiaciones Láser	326
EJERCICIOS de autocomprobación	328
SOLUCIÓN a los ejercicios de autocomprobación	330

CAPITULO 8

Evaluación del impacto ambiental

8.1. INTRODUCCIÓN	337
8.1.1. La evaluación del impacto ambiental y el desarrollo sostenible	339
8.1.2. Significado del término impacto ambiental	339
8.1.3. Otras definiciones relacionadas con la evaluación del impacto ambiental	341
8.1.4. Conceptos técnicos que aparecen el Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio de Evaluación del Impacto Ambiental. (BOE de 30 de junio de 1986)	342
8.1.5. ¿Qué es la Evaluación de Impacto Ambiental?	343
8.2. MARCO LEGAL DE LA EIA	344
8.2.1. Antecedentes	345
8.2.2. Legislación nacional	347
8.2.2.1. Procedimiento Administrativo	348
8.3. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL	349
8.3.1. Elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental	350
8.3.1.1. Descripción del proyecto	351
8.3.1.2. Análisis de alternativas y justificación de la solución adoptada	352
8.3.1.3. Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales clave	352
8.3.1.4. Identificación y valoración de impactos	353
8.3.1.5. Establecimiento de medidas correctoras o protectoras	354
8.3.1.6. Plan de seguimiento y control ambiental	356
8.3.1.7. Documento de síntesis	356
8.4. EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA	356
EJERCICIOS de autocomprobación	358
SOLUCIÓN a los ejercicios de autocomprobación	359

BIBLIOGRAFÍA	363
GLOSARIO DE TÉRMINOS	367
UNIDADES Y FACTORES DE CONVERSIÓN	377
ACTUALIZACIONES LEGISLATIVA ESPAÑOLA Y COMUNITARIA MÁS RELEVANTES RELATIVAS AL MEDIOAMBIENTE (2006- 2009)	383

1.1. CONCEPTO Y EXTENSIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Puesto que las páginas que siguen se van a ocupar del estudio de la contaminación ambiental y los medios para corregirla, parece adecuado comenzar ocupándonos de lo que significa y abarca el término medio ambiente.

Se entiende por medio ambiente un complejo entramado de relaciones entre factores físicos, biofísicos, sociales y culturales en el que ocurren las relaciones que conlleva la actividad humana y social. Los factores físicos se refieren a todo lo inerte presente en el planeta, los biofísicos abarcan todos los seres vivos, lo social se refiere a las estructuras organizativas de las especies, y lo cultural engloba finalmente todo lo hecho por el hombre. Podríamos por tanto resumir diciendo que el medio ambiente es el entorno en el que el hombre desenvuelve su vida, por lo que nada es absolutamente extraño al concepto de medio ambiente.

Debido a su amplitud, el medio ambiente es una de las unidades de estudio más complejas que el hombre se puede plantear, ya que al abarcar los tres niveles epistemológicos conocidos, inerte, biofísico y comportamental, necesita del concurso de todas las ciencias y disciplinas existentes para su estudio.

Una característica que conviene resaltar del concepto de medio ambiente es la de su globalidad. Existe, efectivamente, un único medio ambiente, pero esto no está reñido con que puedan considerarse ambientes específicos relacionados entre sí y con el todo global como consecuencia de las interrelaciones que, como ya hemos dicho, existen entre todos los integrantes del ambiente total.

Quizás una aproximación más sencilla al concepto de medio ambiente la podamos obtener a través de nuestra Constitución. El artículo 45 de nuestra Carta Magna incluido en el Título I «De los Derechos y Deberes Fundamentales» capítulo III «De los principios rectores de la política social y económica», dice así:

1. Todos tienen el derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.
2. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.
3. Para quienes violen lo dispuesto en el apartado anterior, en los términos que la ley fije, se establecerán sanciones penales o, en su caso, administrativas, así como la obligación de reparar el daño causado.

¿Qué entiende, por tanto, la Constitución española por medio ambiente? Según el primer párrafo se trataría del objeto de un derecho y un deber de todos, que abarcaría cuanto sirva para el desarrollo de la persona tanto mediata como inmediatamente.

Una vez considerado el segundo párrafo, nos quedaría que el medio ambiente es una realidad a defender y a restaurar de la que tenemos el derecho a disfrutar y el deber de conservar —correspondiendo a los poderes públicos su defensa y restauración—, que tiene sentido en función del desarrollo de la persona y de la protección y mejora de la calidad de vida, y que posee un marcado contenido económico que se concreta en la utilización racional de todos los recursos naturales. Por último, al considerar los párrafos segundo y tercero, resulta que corresponde a los poderes públicos imponer sanciones penales o administrativas a quienes violen lo expuesto en el apartado dos.

Además, del artículo de la Constitución comentado, se infiere una preocupación de todas las fuerzas sociales de nuestro país por el medio ambiente, hecho que es extrapolable, con matices, a todos los países del planeta. Baste como ejemplo el artículo 130 R del Acta Única de la UE que indica que «la acción de la Comunidad tendrá por objeto:

- Conservar, proteger y mejorar la calidad de vida.
- Contribuir a la protección de la salud de las personas.
- Garantizar una prudente y racional utilización de los recursos naturales».

La preocupación medioambiental a la que nos hemos referido se ha puesto también de manifiesto en diversos informes y reuniones. Refirámonos brevemente a los más importantes.

El Informe 72 del MIT (Massachusetts Institute of Technology) al Club de Roma titulado *Los límites del crecimiento*, basado en la dinámica

de sistemas estableció interrelaciones a lo largo del tiempo entre las cinco grandes variables: número de habitantes, contaminación ambiental, reservas de materias primas, producción industrial y necesidades de alimentos, además de algunos otros supuestos igualmente razonados sobre el previsible crecimiento, resultando que en muy pocos decenios, antes del 2.100 en cualquier caso, tendría lugar una crisis mundial caracterizada por una carencia de materias primas y alimentos, y un nivel de contaminación tan elevado, que daría lugar a un colapso planetario.

La opinión pública se dividió respecto a las previsiones del informe. Aparecieron voces que criticaban el pesimismo del Club de Roma —hoy en día nadie duda de su carácter pesimista—, pero muchas más admitieron que la situación era delicada y que la única manera de evitar la catástrofe pronosticada en el mismo era modificar nuestras formas de pensar y de actuar con objeto de preservar la calidad actual de nuestro entorno, ya que el ser humano ha perturbado el equilibrio ecológico general habiendo llegado a rebasar, en determinadas regiones, la capacidad asimiladora y regeneradora de la naturaleza.

El informe tuvo una influencia notable sobre la Conferencia de Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo en ese mismo año 1972 en la que, entre otras cosas, se llegó al convencimiento de que resultaba dudoso admitir que la Tierra pudiera soportar que los países menos desarrollados alcancen el grado de desarrollo que hoy presentan los países más industrializados utilizando los mismos métodos que estos últimos han empleado para alcanzar su actual nivel de bienestar. Los sistemas naturales están al límite de su capacidad de autoregeneración como consecuencia de una población creciente que cada vez produce y consume más.

Los mismos autores de *Los límites del crecimiento* publicaron 20 años después una revisión del mismo titulado *Más allá de los límites: Frente al colapso global, un futuro sostenible* en el que hacen propuestas sobre los cambios que se han de producir en los comportamientos individuales y sociales para que sea posible un futuro sostenible. Muchas de las propuestas consideradas en este informe fueron admitidas por los participantes en «la Cumbre de la Tierra» celebrada en Río de Janeiro, en junio de 1992, en la que representantes de 175 países intentaron poner coto al actual deterioro ecológico de nuestro planeta mediante la firma de una serie de compromisos como la Agenda 21, el Tratado de Biodiversidad, el de los Cambios Climáticos, la Declaración de los Bosques y la Declaración de Río, que es de esperar produzcan a medio plazo los resultados que todos esperamos y la Tierra necesita. En la Tabla 1.1 se presentan los 27 Principios de la Declaración de Río: