



GRANDES PROBLEMAS AMBIENTALES DE NUESTRO TIEMPO

Dr. Guillermo Monrós

Dpto. Química Inorgánica y Orgánica

Dr. Antonio Gallardo

Dpto. Ingeniería Mecánica y

Construcción

Universitat Jaume I

GRANDES PROBLEMAS AMBIENTALES DE NUESTRO TIEMPO

Objetivos de la asignatura y descripción de los contenidos.

La asignatura GRANDES PROBLEMAS AMBIENTALES DE NUESTRO TIEMPO tiene como objetivo la introducción al concepto de Medio Ambiente desde una perspectiva científica, global y humanista. Para ello, además de una sucesión de contenidos técnicamente ordenados, la asignatura se presenta abierta a la útil participación del estudiante mediante el comentario de artículos y desarrollo de ejercicios prácticos que se utilizan como hilo conductor. Los contenidos se estructuran en cuatro apartados: (1) LA SOSTENIBILIDAD DE LA TIERRA QUE CONOCEMOS, (2) EL MANEJO PRUDENTE DE LAS SUSTANCIAS QUIMICAS, (3) LA LIMPIEZA DEL AIRE QUE RESPIRAMOS, (4) LOS RESIDUOS QUE INVADEN EL AMBIENTE y (5) LA LIMPIEZA DE LAS AGUAS.

En el primer apartado, se enfatiza la necesidad de un medio ambiente al servicio de la vida que debe entenderse de forma global. Como consecuencia, esta necesidad obliga a una utilización prudente de las sustancias químicas de síntesis. Haciendo énfasis en los problemas pero también en las esperanzas, como dijo el portavoz de la ONG recientemente galardonada con el Nobel “médicos sin fronteras”, el fenómeno de la superpoblación mundial y sus consecuencias medioambientales “no es el producto de que los humanos se reproduzcan como conejos sino que han dejado de morir como moscas”. La utilización de la tecnología ha tenido mucho que ver en este aspecto, pero es hora de aplicar los principios de cautela y prudencia de forma rigurosa, a menos que nos aventuremos en una muy peligrosa e irreversible crisis medioambiental.

En los siguientes apartados se analizan los problemas que aquejan a los tres grandes medios de recepción medioambientales: aire, residuos y aguas. La crisis medioambiental adquiere connotaciones diversas y globales. La calidad del aire, la de nuestros procesos que generan residuos y la de las aguas, son puntos de vista diferentes que concurren en un único foco: la necesidad de preservar el medio natural que nuestros antepasados nos han legado en condiciones de salubridad y belleza que debemos preservar para nuestras generaciones futuras. Ese sería el gran objetivo de esta asignatura.

PROGRAMA

GRANDES PROBLEMAS AMBIENTALES DE NUESTRO TIEMPO

Curso 2^a, 2 Créditos

(1) LA SOSTENIBILIDAD DE LA TIERRA QUE CONOCEMOS.

Referencias.

Ejercicios.

(2) EL MANEJO PRUDENTE DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

2.1. Riesgo tóxico.

2.2. Pedagogía ambiental en el uso de las sustancias.

Referencias.

Ejercicios

(3) LA LIMPIEZA DEL AIRE QUE RESPIRAMOS

3.1 Emisiones gaseosas en el medio ambiente.

3.2 Cambios climáticos.

Referencias.

Ejercicios.

(4) LOS RESIDUOS QUE INVADEN EL AMBIENTE.

4.1 Los residuos sólidos.

4.2 Los residuos sólidos urbanos.

4.3 Los residuos peligrosos.

Referencias.

Ejercicios.

(5) LA LIMPIEZA DE LAS AGUAS

5.1. Disponibilidad del agua.

5.2. Contaminación de las aguas.

5.3. Tratamiento de las aguas.

Referencias.

Ejercicios.

galapago europeo(*Emys orbicularis*)



aguilucho cenizo(*Circus pygargus*)



Zampullin chico(*Tachybaptus ruficollis*)

(1) LA SOSTENIBILIDAD DE LA TIERRA QUE CONOCEMOS.

Referencias.

Ejercicios.

El 20% de la población de los países desarrollados consume el 80% y el 4% de la población USA consume el 20% mundial, si todos los humanos consumieran con la misma proporción con que lo hacemos en el primer mundo, el mundo sería inviable: el ritmo del consumo es insostenible. La justa equiparación del consumo en toda la humanidad llevaría al colapso de materias primas. Umberto Eco lo expresó de forma muy gráfica: si todos los chinos consumieran el papel al mismo nivel de los americanos, en un año, no quedaría un árbol sobre la tierra.

El 30% de los humanos (unos 1.500 millones de personas) viven por debajo de la renta umbral de la pobreza: menos de 0,90 euros/día. La población mundial está ralentizando su crecimiento pero la pobreza crece más deprisa que lo hace la población.

En 1798, diez años después de la declaración de los derechos del hombre, aparecía el "Ensayo sobre el principio de la población" de Thomas Robert Malthus preconizando la regulación de matrimonios y nacimientos para evitar el colapso económico. Sin embargo, la revolución verde desarrollada en los albores del siglo XX desmintió a Malthus; hemos crecido tanto como predijo, pero nuestra capacidad de producir alimentos se ha multiplicado tanto, que la sociedad occidental es claramente excedentaria en alimentos. Esa revolución verde en la agricultura se logró con la selección genética de las semillas, el desarrollo de especies híbridas de alta productividad, junto con la aplicación de pesticidas y fertilizantes. La potencia de esta revolución todavía no se ha dejado sentir en el tercer mundo, de hecho la aplicación de estas técnicas en China y América latina ha permitido multiplicar por tres la producción de maíz y trigo desde 1965 a 1985 y en 1986 los proyectos del ingeniero Norman E. Borlaug dan los mismos resultados en Etiopía.

Pero en la actualidad las ideas de fondo malthusianas han reaparecido, fue el club de Roma en 1972 que alertó en su informe "Los límites del crecimiento" de la imposibilidad real de mantener un crecimiento basado en el consumo cuantitativo y cualitativo de los recursos de la tierra. En 1987 la ONU hacía público el informe de la Comisión de Medio Ambiente CMMAD presidida por la señora Brundtland titulado "Our Common Future" y más conocido como Informe Brundtland donde se define el "Desarrollo Sostenible" como "aquel que atiende a las necesidades del presente sin poner en peligro la posibilidad de que las futuras generaciones puedan atender las suyas"; el crecimiento debe estar limitado

por la necesidad de garantizar las necesidades del mundo actual y el del futuro.

Cuando la India alcanzó la independencia, los periodistas preguntaron a Mahatma Ghandi si en la India se llegaría a alcanzar los niveles de vida de Gran Bretaña, y él respondió; "alcanzar su prosperidad ha llevado a Gran Bretaña a consumir la mitad de los recursos del planeta, ¿cuántos planetas necesitaría un país como la India?".

Veamos algunos ejemplos que clarifican el concepto de sostenibilidad.

1. Del nanogramo a la megatonelada.

El concepto de cuidado del medio ambiente hasta la aparición del concepto de sostenibilidad, pasaba por el concepto de depuración: se trataba de mantener limpio el medio ambiente mediante aplicación de metodologías de alta eficacia en la depuración de contaminantes hasta niveles del nanogramo. Un proceso medioambientalmente adecuado es aquel que no genera emisiones, vertidos ni residuos contaminantes.

El nuevo medio ambiente enfatiza desde el punto de vista de la sostenibilidad la carga de materias primas no renovables necesarias para obtener una unidad de producción, de forma que productos que precisan utilizar grandes cantidades de energía y materiales producen insostenibilidad aunque puedan producirse con metodologías perfectamente inocuas desde el punto de vista de sus emisiones. Para producir 1 Kg. de cobre es necesario en la actualidad utilizar 500 Kg. de materia natural base. La minería como otros muchos procesos pueden ser limpios pero no sostenibles.

2. Ecología-Justicia.

El concepto de medio ambiente antes de la sostenibilidad preconiza la necesidad de realizar los procesos de forma ecológica, pero no advierte sobre la necesidad de reducir el consumo de materias primas y energía.

Con el concepto de la sostenibilidad, se enfatiza en el consumo de materias no renovables que por supuesto debe realizarse sin generar contaminación. Esto lleva a la conclusión de que el 20% de la población de los países desarrollados consume el 80% y el 4% de la población USA consume el 20% mundial: si todos los humanos consumieran con la misma proporción con que lo hace el primer mundo, el mundo sería inviable: el ritmo del consumo es insostenible. La justa equiparación del consumo en

toda la humanidad llevaría al colapso de materias primas. Umberto Eco lo expresó de forma muy gráfica: si todos los chinos consumieran el papel al mismo nivel de los americanos, en un año, no quedaría un árbol sobre la tierra.

La imposibilidad de alcanzar la generalización de los niveles de consumo de los países desarrollados en todo el mundo, obliga a pensar en la necesidad de reducir el consumo en estos países para equipararlos con los de los países en desarrollo de forma justa y solidaria.

3. De la producción lineal a la producción cíclica.

El modelo de crecimiento iniciado en el siglo XIX es un modelo lineal: se trata de producir más con una cantidad de materiales y energía proporcional al producto. La no renovabilidad de recursos, obliga a una producción diferente en la que se produzca más producto con menos recursos, es necesario introducir mecanismos de rentabilización de recursos: por ejemplo de utilizar las mondas de limón de una fábrica de zumos para piensos o para perfumes en lugar de proceder a su depósito en vertedero, por ejemplo de reutilizar envases..... es necesario alcanzar una producción cíclica que minimice la utilización de recursos.

4. Del hardware al software.

El modelo no sostenible de producción enfatiza la producción de materiales tangibles (hardware): un ordenador, un frigorífico, un automóvil, una fotocopiadora...., la sostenibilidad lleva a la producción de intangibles, de servicios (software): por ejemplo ya no se compra un coche sino que mediante la técnica del leasing se alquila el servicio de automóvil a una empresa de servicios que se encarga de su adecuado mantenimiento con el fin de rentabilizar el servicio, Rank-Xeros ya no vende fotocopias sino que presta servicio de 4000 copias/día a una empresa que alquila este servicio, Rank-Xeros se preocupa de producir máquinas duraderas y eficaces que rentabilicen su actividad que deja de ser la fabricación de fotocopiadoras exclusivamente.

5. Del impuesto sobre el trabajo al impuesto sobre los recursos.

En el modelo no sostenible se grava el rendimiento de la actividad en bruto, se gravan las actividades de producción independientemente de la eficiencia con que estas unidades se hayan obtenido, tanto en la utilización de recursos como, y sobre todo, en la producción de emisiones. De hecho muchas empresas se quejan de las trabas legislativas de tono medioambiental pensando que otros países sin estas trabas pueden operar

de forma más eficiente, entendiendo la eficiencia como disminución de costes (los de depuración).

Un paso adelante consiste evidentemente en la consideración de la eficiencia de los procesos con el fin de favorecer las tecnologías limpias y más eficientes desde el punto de vista de producción de emisiones: en este sentido la industria del automóvil o de la producción cerámica han incrementado la eficiencia energética de los motores o de los sistemas de combustión con gas natural con empleo de la cogeneración respectivamente.... Sin embargo, aunque individualmente cada proceso sea eficiente, la suma de las eficiencias de muchos puede hacer ineficiente el proceso global. Aunque nuestras combustiones sean altamente eficientes no quiere decir que sean sostenibles si mantenemos el crecimiento del número de ellas de forma geométrica como actualmente.

6. De la alta velocidad a la velocidad baja.

El transporte genera el 80% de la producción de CO₂ antropógena. Y la cantidad de contaminación producida por el transporte crece de forma geométrica con la velocidad. El diseño de nuestros automóviles se ha realizado para prestaciones de alta velocidad en autopistas, sin embargo que en más de un 80% deben circular por ciudad con la consiguiente ineficiencia en su diseño y consumo.

La reconducción de la velocidad en el transporte a sus valores de eficiencia es una consecuencia de la sostenibilidad.

7. De la larga distancia a la distancia mínima.

La posibilidad de llegar de un punto a otro a alta velocidad hace que en algunos casos el yogurt que consumimos además de su masa en peso, lleve 9000 Km. de viaje.

La globalización de la economía mediante el transporte y las comunicaciones conduce de hecho a situaciones de ineficiencia en el consumo de recursos: la economía de escala menos eficiente desde la perspectiva de los recursos compensa la eficiencia en la utilización de recursos en sistemas pymes locales y próximas al consumidor.

8. Consumo de alto volumen-consumo selectivo.

La propensión del consumidor clásico es la de comprar de todo para poder hacer con ello casi todo.... este consumidor consume movido por una satisfacción de índole material, sin embargo el disfrute de los materiales supone tiempo para el propio disfrute que se invierte en la propia actividad necesaria para su compra. Desde el punto de vista de la sostenibilidad el consumo se orienta a la obtención de satisfacciones no materiales: departir con los amigos en una comida, poder esquiar relajadamente sin coincidir el mismo día y a la misma hora con todos.....que no se asocia necesariamente con buena comida material o un buen coche y buenos esquís. Además suele ocurrir que los dos tipos de satisfacciones son muy a menudo incompatibles.

Un filósofo entendió esto al final de su vida y decidió vivirla con la mayor sencillez posible: ya que “un individuo es más rico cuando puede prescindir de más cosas, no cuando más cosas tiene”.

Referencias.

- (1) G.H. Brundlant (presidenta), Comisión Mundial de Medio Ambiente y del Desarrollo, Nuestro Futuro Común, Alianza Editorial, Madrid, 1987.
- (2) M. Jacobs, La economía verde, medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro, ed. Icària, Barcelona 1996.
- (3) H.E. Daly, Steady-state and Growth concepts for the next century. Economy and ecology: towards sustainable developments, Kluwer Academia Publishers, London, 1989.

Ejercicios.

Critique y valore cada una de las siguientes proposiciones.

1. Mi empresa para producir 1 Kg. de cobre necesita 500 Kg. de materia natural base, pero no contamina, ya que depuro todas mis emisiones y vertidos al nanogramo. Es verde y sostenible.
2. Si todos los chinos consumieran papel al mismo ritmo de los americanos, en un año, no quedaría un árbol sobre la tierra. Es necesario por tanto controlar el consumo de papel en China.

3. El tetrabrik genera más puestos por unidad de producción que el envase de vidrio ya que requiere diferentes materias primas y un procesado más complejo: cartón, aluminio, prensado, sellado. Además al no ser reciclable, se usan más unidades. Socialmente el tetrabrik es más rentable.

4. Una empresa de electrodomésticos rentable no debe producir equipos de alta durabilidad, si no hay una adecuada renovación periódica de los equipos, la empresa deja de vender y puede entrar en problemas. Es preferible introducir equipos de renovación a medio-corto plazo.

5. No se pueden entender las quejas contra la industria del automóvil sobre las emisiones al medio ambiente, de la industria cerámica o de las térmicas....., todas ellas están invirtiendo mucho en depuración, sólo la industria cerámica de Castellón ha invertido entre 1996-99 21.000 millones de pesetas en equipos para la adaptación medioambiental de sus procesos, la cogeneración lo ha hecho muy eficientes desde el punto de vista energético, los automóviles consumen cada vez menos combustible por 100 Km.....el esfuerzo en eficiencia y depuración es en todos estos sectores digno de alabanza y no se le puede poner ningún pero.

6. Mi coche lo utilizo para el trabajo, pero como cuando salgo de vacaciones tengo que entrar en autopista, su cilindrada es de 2 litros produciendo una potencia del orden de los 200 HP. ¿Que quieres?, los coches pequeños son inseguros.

7. La economía de escala permite la globalización de modo que el yogurt de una multinacional puede venderse más barato que el de una pequeña empresa local, ya que el producto de aquella se distribuye en un radio de 600 Km con un gran consumo de energía. La globalización y fusión empresarial es necesaria en estos tiempos de alta competitividad.

8. En los tiempos actuales dos coches por familia y una casa electrodomesticada es absolutamente necesaria: teléfono móvil, ordenador personal, secadora,.....Lastima que tener todo esto suponga un gasto tan alto de mantenimiento que tenemos que trabajar los dos, llevar los niños con los abuelos si nos falla el "cole". En fin los tiempos son los tiempos y no tenemos tiempo para nada ni nadie. El estrés nos matará, pero que no falte.



(2) EL MANEJO PRUDENTE DE LAS SUSTANCIAS QUIMICAS

2.1. Riesgo tóxico.

2.2. Pedagogía ambiental en el uso de las sustancias.

Referencias.

Ejercicios.

2.1. RIESGO TÓXICO

Las sustancias químicas se introducen en el medio ambiente por razones positivas, los químicos nunca introducen una sustancia química pensando que en sus aspectos negativos sino en sus aspectos positivos y la investigación química se dirige a minimizarlos. Pongamos algunos ejemplos:

A) el primer analgésico utilizado no fue la aspirina sino el ácido salicílico pero su uso producía irritación en las mucosas por lo que se modificó químicamente (se acetiló dando el ácido acetilsalicílico, nombre químico de aspirina), ya que de esta forma no se producen estos efectos irritantes.

B) en la industria del hielo y la refrigeración en general se utilizaba el amoníaco (NH_3) de efectos irritantes y tóxicos importantes, los químicos desarrollaron gases para los circuitos refrigerantes no corrosivos y atóxicos, fueron los freones o clorofluorocarbonos (CFCs), sin embargo, en 1974 Rowland y Molina demostraron que estos gases inertes y que podemos pulverizarnos como propelentes de spray sin ningún peligro sobre nuestro rostro, producen la destrucción del ozono estratosférico de la capa de ozono.

C) El DDT (Diclodifeniltricloroetano), ha salvado millones de vidas en todo el mundo al eliminar el mosquito portador de la malaria, sin embargo, posteriormente se ha demostrado su bioacumulación en la escala trófica (se encuentra DDT en las ballenas árticas), con alta incidencia carcinogénica y teratogénica por lo que ha sido sustituido por otros insecticidas.

Así pues, la sustancia química se introduce por sus efectos beneficiosos, las cuatro sustancias que más beneficio han producido a la humanidad por orden de relevancia serían:

- El jabón que ha permitido con sus efectos asépticos evitar infecciones por contacto e intercambio de vestidos y objetos.
- El cloro que mediante la cloración de las aguas (Cl_2 de 0,5 a 2 ppm) ha evitado las graves epidemias de otros tiempos transmitidas por el agua
- El DDT que como ya se ha explicado es el insecticida que ha librado del paludismo a millones de personas.
- La penicilina descubierta por Fleming en 1929 del hongo *Penicillium notatum* y que gracias a los trabajos de Florey y Chain sobre sus efectos

quimioterápicos permitió su utilización como antibiótico de amplio espectro a partir de 1941. Actúa evitando que las bacterias sinteticen los compuestos mucopolisacaridos de su pared celular muriendo por lisis. Químicamente es una proteína a base de valina-cisteína y un ácido variable (benzoico), su hidrólisis ácida impide su utilización vía oral para lo que se han desarrollado penicilinas sintéticas (ampicilina, oxacilina..) a partir de la síntesis de Batchelor en 1959 del ácido 6-aminopenicilánico. La alergia al medicamento puede producir un shock anafiláctico mortal, asimismo su utilización desproporcionada en infecciones banales ha generado resistencia adaptativa de las cepas bacterianas con lo que su efectividad va disminuyendo.

Con estas sustancias y otras, se han controlado las infecciones, permitiendo incrementar la esperanza de vida desde los 25-30 años de los romanos o los 40 años del siglo XIX, a los 70 de las generaciones actuales o más. Sin embargo, nos enfrentamos con otro tipo de problemas como el cáncer o los problemas cardiovasculares, en los que la exposición a sustancias químicas a lo largo de nuestra vida parece tener un significado fundamental. Prevenir la exposición a estas sustancias parece ser el mejor remedio en principio.

La utilización desmesurada de sustancias químicas de síntesis es demasiado alta, tanto en variedad como en cantidad generando un RIESGO TOXICO alarmante por varias razones:

- (1) aproximadamente 100.000 sustancias químicas se manejan en Europa en 2003 y cada año se introducen del orden de 5000 nuevas sustancias.
- (2) ya se ha indicado el desarrollo de resistencia adaptativa de las bacterias a los antibióticos por su utilización indiscriminada, asimismo, los plaguicidas se producen y usan en cantidades cada vez más altas que casi se duplican cada 5 años desde 1964, entre ellos son insecticidas un 30%, herbicidas el 65% y fungicidas el 5% según Chemical Week.
- (3) los estudios epidemiológicos vienen a evaluar en unas 8435 muertes en España en el año 1996 por la exposición directa o indirecta a los tóxicos, esta cantidad es el doble de las muertes en accidente de tráfico.

2.2. PEDAGOGÍA AMBIENTAL EN EL USO DE LAS SUSTANCIAS.

La doctora Ana Soto describe cómo las células cancerosas de mama se desarrollan inopinadamente en los tubos de ensayo sin causa evidente. El análisis indica que alguna sustancia se filtra desde el tapón de plástico del tubo que el suministrador había cambiado sin previo aviso. El compuesto es el p-nonilfenol utilizado como aditivo antioxidante del poliestireno (1). Los técnicos del Instituto de Medio Ambiente Británico comprueban que el 60% de los escarchos machos, un pez frecuente en los ríos británicos, ha cambiado de sexo bajo la acción de los difundidos y persistentes biocidas (2). En 1992 los investigadores daneses analizan 15.000 registros de espermatozoides recogidos en 20 países entre 1940 y 1990 confirmando una clara tendencia hacia la disminución de la concentración de espermatozoides (3). En Estados Unidos se constata el tremendo aumento de los casos de endometriosis así como tasas de aumento del 1% anual en la mortalidad por cáncer de mama. En la vega granadina la difusión del plaguicida endosulfan es la posible causa de la alta incidencia de criptoquirdia en los recién nacidos, una malformación testicular (4).

Los estrógenos químicos o disruptores hormonales, contaminantes difusos como los fenoles, los ftalatos, los organoclorados... con una portentosa y sinérgica capacidad de sembrar la confusión en el sistema hormonal (bastan niveles de 50 microgramos por litro para ser efectivos), son ya una realidad científica. El efecto a medio plazo es sencillo: como en los escarchos ingleses, todos los seres vivos estamos abocados a la femeneización total de las especies y por ende a la esterilidad generacional.

La contaminación difusa de origen químico no es una novedad. Rowland y Molina (5) en 1974 ya nos describen como la acción de los supuestamente inertes óxido nitroso, freones y halones, puede acabar con la frágil pero contundente capa de ozono que filtra toda la potencia de la radiación ultravioleta, capaz de “quemar de cáncer” la biosfera. Sobre la Antártida, al finalizar el invierno, desaparece el 50% del ozono o más, recuperándose lentamente en la primavera. El Protocolo de Montreal en 1987 es el grito en favor de la preservación de nuestra frágil capa.

En 1995 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) (6), presentó su segundo informe científico sobre el efecto de los gases invernadero. Si seguimos así, la concentración atmosférica de CO₂ en 2050 duplicará con creces la de la era preindustrial. La previsión: aumento de entre 0,8 y 3,5°C de la temperatura media del globo y de entre 15 y 95 cm el nivel medio del mar hacia el 2100. En este caso, la alarma no es tan grave, solo perdemos el futuro los que vivimos en el litoral y/o en la franja

de latitud mediterránea. La Tercera Conferencia de las partes del Convenio sobre Cambio Climático de Kioto en Diciembre de 1997, solo salva la imagen con la tesis de los seis gases: la Unión Europea disminuirá un 8% su producción sobre 1990 de CO₂, CH₄, N₂O, HCFCs, PCFs y SF₆ entre 2008-2012. Con ello, ¿con suerte?, un país de los claramente sin futuro climático como España, aumentará su producción entre un 14 y un 17%. Pero no desapareceremos sumergidos bajo las aguas como los contemporáneos de Noé, ni quemados por el fuego de Sodoma... lo haremos como nuestros hermanos del Sahel africano o del Aral asiático, teniendo que abandonar nuestros campos yermos y secos, 135 millones de personas ya han huido de la desertificación hacia el norte (7).

En 1922 el astrónomo serbio Milutin Milankovitch al analizar los ciclos en la rotación-traslación de la tierra previene ciclos climáticos cada 20.000, 40.000 y 100.000 años. La última glaciación se data hace 12.000 años (7). Esto sugiere un cambio climático dentro de unos 8.000 años. Los estrógenos químicos, la pérdida de la frágil capa de ozono o los gases invernadero pueden acabar con nuestro futuro en unos pocos centenares de años, y nuestra desaparición, la de nuestros bisnietos, será la lenta y triste historia repetida de nuestros hermanos emigrantes del sur. Lo que hoy hacemos con ellos harán nuestros hermanos del norte dentro de pocas generaciones, a menos que nos tomemos en serio la contaminación difusa de nuestros residuos químicos.

Nuestras universidades, las de todo el mundo, forman técnicos de la sustancia química: ¿para hacer las cosas cómo? ¿para qué?. Es fácil oír hablar de autofinanciación, de eficiencia investigadora, de desarrollo. Nuestros manipuladores de sustancias químicas, todos y de todos los países, deben salir de las facultades y escuelas conociendo más aquello que no deben hacer para dañar más nuestro futuro, sabiendo más sobre qué hay que hacer para desactivar y sustituir sustancias peligrosas y tóxicas por otras inocuas y sostenibles, que seguir con la tremenda aventura de introducir nuevas y lucrativas sustancias con efectos desconocidos sobre nuestro ya frágil futuro.

Formar futuros profesionales hoy, supone hacerlo desde una conciencia medioambiental férrea. Desde las oficinas de formación de conciencia medioambiental intrauniversitaria, no abogamos sólo por hacer más seminarios, simposios, cursos, licenciaturas y masters sobre medioambiente, que también hay que hacerlos en la medida que son necesarios. Abogamos para que los universitarios vivamos nuestra continua formación en un ambiente de total compromiso medioambiental: desactivando y gestionando hasta el último de nuestros residuos de

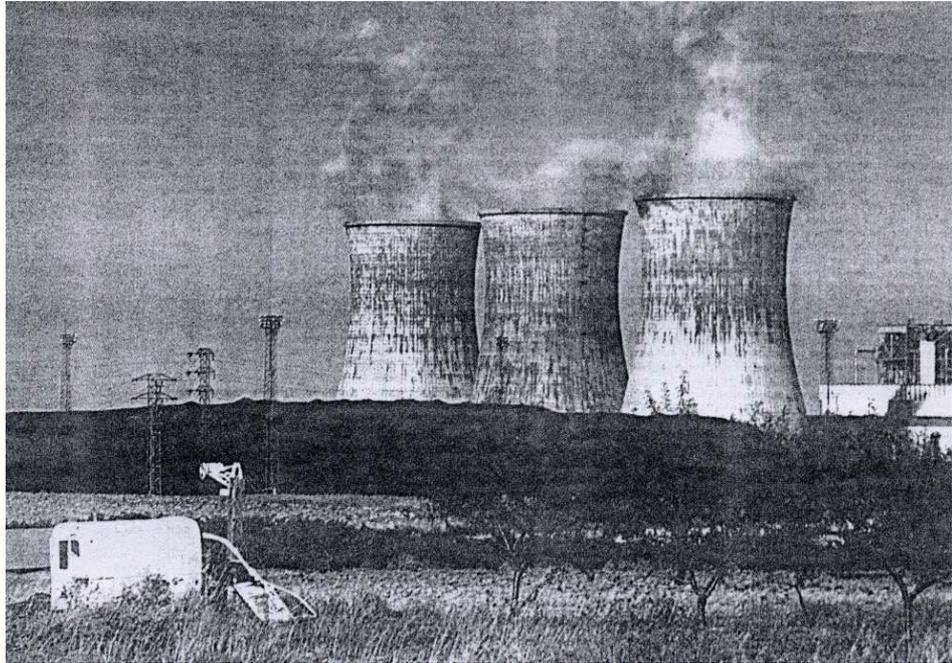
laboratorio, controlando y depurando cualquier emisión o vertido, controlando y midiendo toda emisión radiactiva de nuestros equipos, controlando la correcta separación de nuestros residuos domésticos, exigiendo garantías y normas medioambientales a todos nuestros suministradores, sustituyendo lo tóxico por lo inocuo, lo peligroso por lo saludable.....en suma, sembrando actitudes profesionales drásticamente medioambientales. En ello va gran parte de nuestro futuro que pretenden robar.

Referencias.

- (1) A. Soto, H. Justica, J. Wray, C. Sonnenschein, "P-nonylphenol: a estrogenic xenobiotic released from "modified" polystyrene", *Environmental Health Perspectives*, 92 (1991) 167-73.
- (2) *El País de las Tentaciones*, 10-11 Abril 1998, p.40.
- (3) E. Carlsen, A. Giwercman, N. Keiding, N. Skakkebaek, "Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years", *British Medical Journal*, 305 (1992) 609-13.
- (4) *Nuestro Futuro Robado*, Theo Coborn, Dianne Dumanosky, Pete Myers, ed. Ecoespaña y Gaia-Proyecto 2050, Madrid 1997.
- (5) Scott Elliot, F.S. Rowland, "Chlorofluorocarbons and Stratospheric Ozone", *J. of Chemical Education*, 64(5) (1987) 387-391.
- (6) *Climate Change 1995*, Cambridge University Press, 1996.
- (7) Masse Lo, "Un fenómeno del medio ambiente mundial", *Nuestro Planeta*, PNUMA, 6(5) (1998) 4.
- (8) Richar B. Alley, Michael L. Bender, "Testigos de hielo de Groenlandia", *Investigación y Ciencia*, Abril 98, 60-65.

Ejercicios.

1. Investigue sobre el concepto de bioacumulación, sinergismo y antagonismo cuando una sustancia llega a un organismo.
2. El plomo se acumula en los huesos y cuando las tasas son excesivas se desencadena la crisis del saturnismo. ¿Cómo se previene el saturnismo en los procesos industriales que utilizan plomo?
3. El DDT ha sido sustituido por otros principios activos insecticidas en los preparados comerciales actuales. Consulte en su droguería las etiquetas de insecticidas comerciales y los principios activos que se utilizan contra moscas, cucarachas y hormigas. ¿Es siempre el mismo principio activo? . ¿Indica la etiqueta los riesgos ambientales de estas sustancias?
4. Los antibióticos mal utilizados están produciendo la adaptación de los microorganismos a su actividad. Se utilizan antibióticos profilácticos en ganadería y también en ciertas enfermedades como la malaria. ¿Si usted tuviera que hacer un viaje a la India, qué prevenciones sanitarias deberá adoptar? ¿Investigue el tipo de antibiótico común en porcino en prevención de enfermedades?
5. Que diferencia hay entre sustancias cancerígenas, mutagénicas y teratógenas.
6. Para conservar, mejorar el aspecto, edulcorar... se utilizan una gran cantidad de aditivos alimentarios. Busque las familias principales de aditivos utilizados en tres productos típicos consultando la etiqueta de los mismos: bollería industrial, embutido porcino, sopa instantánea.



(3) LA LIMPIEZA DEL AIRE QUE RESPIRAMOS

3.1. Emisiones gaseosas en el medio ambiente.

3.2. Cambios climáticos.

Referencias.

Ejercicios.

3.1 EMISIONES GASEOSAS EN EL MEDIO AMBIENTE.

En los años 50-60 era típica la imagen Londres bajo la niebla, en realidad era una niebla producida por la fuerte contaminación de partículas sulfatadas procedentes de la combustión del carbón de los hogares y de las industrias localizadas dentro de la ciudad. Los Ángeles también solía tener en esos años una imagen brumosa anaranjada producida por las centrales térmicas y las industrias cercanas o dentro de la urbe.

En Diciembre de 1952 acaeció el primer desastre medioambiental por contaminación atmosférica oficialmente reconocido. Una situación anticiclónica sobre Londres disparó la concentración de SO_2 desde los niveles habituales de $500 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ habituales entonces a más de 4.000. En los días posteriores la tasa de mortalidad creció de las 150 defunciones/día habituales a más de 4.000 en una semana.

La Clean Air Act de 1956 consigue disminuir en pocos años las tasas de contaminación a valores por debajo de los “niveles de calidad del aire” reconocidos en los países occidentales (1) de $260 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ para partículas y de $365 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ para SO_2 . para ello se aplicaron medidas del tipo:

- alejamiento de las industrias de la ciudad.
- sustitución del carbón por otros menos contaminantes (fuel y gas).
- sistemas de dispersión y filtración de humos más eficientes.

Sin embargo, en países no desarrollados, la imagen actual es semejante a la de nuestras ciudades en los años cincuenta y sesenta: Méjico, Santiago, Buenos Aires, Bagdad, Nueva Delhi.... y muy a menudo, cuando se producen situaciones de inversión térmica también ciudades occidentales como Atenas, París o Roma que cuando superan los niveles de calidad, toman medidas como los de gratuidad del transporte público y prohibición de circulación a automóviles con número de matriculación par o impar en días alternos, también Madrid supera en invierno estas tasas.

Alcanzados estos niveles de calidad atmosférica, parecería que se ha resuelto el problema, sin embargo los estudios epidemiológicos de J. Schwartz en USA ponen de relieve, que los índices de mortalidad crecen entre un 10-20% cuando la contaminación en partículas aumenta en $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ y estos estudios se cumplen en ciudades industriales como

Filadelfia o en ciudades más limpias de Utah. En Europa el programa APHEA pone de relieve el mismo efecto en ciudades de alta contaminación como Atenas y en otras de atmósfera limpia como Helsinki. Los estudios muestran un aumento de mortalidad y de crisis de asma (bronquiespasmos que cierran parcialmente los bronquios con disnea y sibilancias que se cierran con una fase de tos y eliminación de esputos espesos) y otras afecciones pulmonares.

¿Por qué un incremento de partículas en un ambiente genera este efecto de aumento de mortalidad y morbilidad? la razón no está clara, sin embargo parece que el efecto es de las partículas y no tanto de los gases, y sobretodo de las partículas inferiores a los 10 μm , capaces de alcanzar el fondo alveolar: los gases se disuelven en la faringe y tráquea donde también se retienen las partículas gruesas. Estas partículas, según la Teoría del Sistema Oxidativo, parece que modifican la capacidad oxidativa en los pulmones de los organismos, la variación de estas micropartículas en los alvéolos induce un estrés oxidante que modifica el equilibrio fisiológico del organismo alterando todo el metabolismo. Este estrés en personas sensibles o sensibilizadas por la enfermedad puede generar la crisis asmática o la muerte.

En realidad estas partículas finas son secundarias, es decir generadas en la atmósfera por reacción entre fases gaseosas: sulfatos, nitratos, haluros u óxidos, de ahí la importancia del control de los aerosoles.

Puede haber un efecto sinérgico entre diferentes contaminantes y a veces los causantes pueden ser difíciles de descubrir, algunos ejemplos:

A) el aumento de crisis asmáticas con colapso de las unidades de urgencias en Barcelona durante los años 80 se debían al mal estado de los silos donde se descargaba soja en el puerto que emitían muchas micropartículas de paja. El análisis de los datos de la zonas concretas de procedencia de los afectados y la coincidencia reiterada de las descargas de soja con los episodios de alergia, permitieron resolver el problema instalando filtros en los silos de descarga.

B) el ozono se genera por reacción del oxígeno atómico producido por la rotura fotolítica del NO_2 producido por los motores de explosión o industrias térmicas. Este NO_2 se dispersa en el ambiente y suele producir los incrementos de ozono en zonas a pie de montaña donde se suele depositar al ser más pesado que el aire: la nube de NO_2 de Barcelona produce ozono en ciudades como Granollers al pie del Montseny, la petroquímica de Tarragona afecta al Baix Ebre. Los padres de Chicago enviaban a sus hijos con problemas respiratorios a las montañas donde

afectaba el ozono de la nube de NO_2 generada en la ciudad, con lo que los problemas en la sierra se agravaban en lugar de mejorar. El ozono comienza a producir irritación de nariz y garganta a partir de $600 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (0,3 ppm), $4000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (2 ppm) durante 2 horas produce fatiga extrema en personas sensibles y $18.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (9 ppm) producen edemas mortales. En la UE los valores de calidad del aire vienen dados en la Tabla 3.1. Sin embargo el ozono es más peligroso para vegetales que son afectados seriamente a niveles de $100 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ que son muy habituales. Además con sólo $40 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ oxida los dobles enlaces, rompe cadenas y genera enlaces cruzados en los polímeros, este ataque es más rápido sometidos a ligera tensión (2-3%), con ello el material se degrada, pierde flexibilidad y se agrieta. Esto supone una degradación de textiles y neumáticos expuestos muy importante. El ozono no produce irritación en los ojos, sin embargo, los nitratos de peroxiacilo que produce por reacción con los hidrocarburos (R-CO-O-O-NO_2) si son irritantes oculares en niveles de 0,7 ppm.

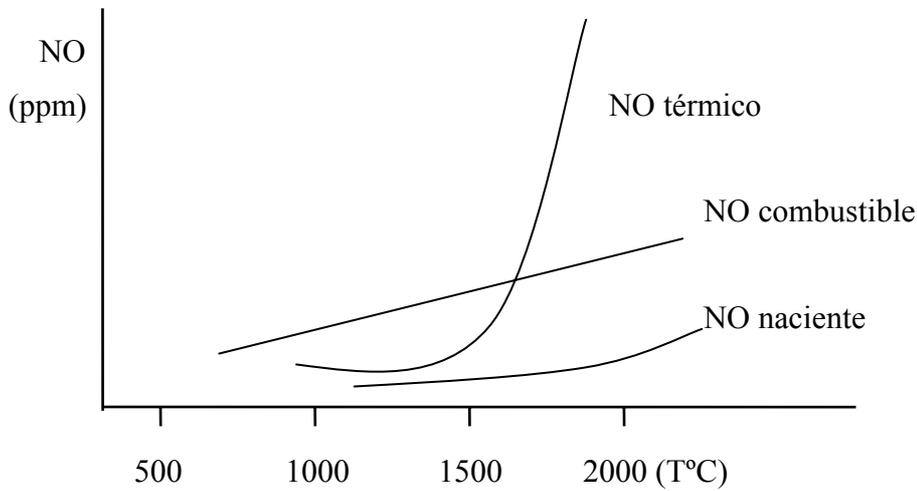
Tabla 3.1. Límites de inmisión de parámetros en red automática hasta 1 En 2004 (RD 1073/2002) ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ promedio entre paréntesis).

SO_2	430(1h), 125(24h)
O_3^*	110(8h)
NO_2	270(1h), 54(año)
PM10	60(24h), 43,2(año)
Benceno	10(año)
CO	10(8h máximas)
Pb	0,7(año)

(*) Directiva 92/72, promedio en 8 horas, el umbral para vegetales es 65 en 24h o 200/1h, para salud humana 180/1h y es necesario declarar alerta si se superan 360 de media en 1 hora.

C) el NO_2 además de producir ozono, es un contaminante primario, la exposición en la “enfermedad de los silos” de grano donde se produce por fermentación del grano en cantidades importantes (nivel de calidad en aire $250 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$), produce a las 24 horas de la exposición un edema pulmonar difícilmente resoluble. Este contaminante se produce a expensas del NO generado por tres vías indicadas en la Figura 3.1 en las combustiones o fenómenos térmicos.

Figura 3.1. NO generado por los diferentes mecanismos en la combustión.



El gas ciudad produce NO del combustible y naciente, en cambio en cocinas eléctricas sólo tiene importancia la componente térmica: las cocinas de gas producen más NO_2 que las eléctricas, en las primeras se pueden alcanzar niveles de $200 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ que van descendiendo con el tiempo de trabajo del hornillo. En razón de esto, los ambientes interiores están más contaminados por NO_2 que los exteriores.

D) el Rn es un gas muy pesado que se produce en terrenos graníticos y puede filtrarse y acumularse en las plantas bajas de edificios con suelos naturales directos como ocurre en Europa del norte. Este efecto se descubrió por casualidad en obreros de centrales nucleares que presentaban mayor radiactividad al entrar al trabajo que al salir. En la actualidad, un comprador puede exigir medidas de niveles de radón de un edificio en Europa del norte.

3.2. CAMBIOS CLIMÁTICOS

En su *Historia Naturalis*, Plinio el Antiguo cantaba a la tierra : “la tierra es acogedora, clemente, indulgente, siempre al servicio de la humanidad...”. La naturaleza se hizo con el equilibrio de la sabiduría. ¿A qué viene querer dominarla hasta el punto de prescindir de ella?

Seamos realistas, la naturaleza no se hizo para servir al hombre como egoístamente señalaba Plinio. La naturaleza va a la suya, el Sol se hinchará en su estertor de Gigante Roja dentro de 5.000 millones de años, engullendo probablemente en su muerte a Mercurio, Venus, Tierra y Marte. Luego se apagará deambulando por la Vía Láctea como una Enana Blanca o una Estrella de Neutrinos más..... en efecto, hay un fin del hermano Sol, que no del Universo.

Pero siendo aún más realistas, los estudios de W. Dansgaard en los testigos del hielo de Groenlandia, donde se conservan estratificados los hielos de las nieves caídas cronológicamente desde hace 100.000 años, constatan a grandes rasgos las tesis del astrónomo serbio Milutin Milankovitch en los años veinte: nuestra tierra pasa por ciclos climáticos cada 20.000 años (debido al bamboleo o precesión del eje de rotación), cada 40.000 años (regido por la inclinación de dicho eje) y cada 100.000 años (por cambios en la excentricidad de la órbita solar).

¿Existe cambio climático?. Tan cierto como que todos nos moriremos, ricos o pobres, altos o bajos, da igual. De acuerdo con las ideas anteriores, cabe esperar una nueva glaciación dentro de unos 10.000 años tal y como la hubo hace otros 10.000 años, la glaciación de Würm. Los estudios de Dansgaard indican cambios climáticos interglaciares: la temperatura creció hasta el 5.000 antes de Cristo, con un Sahara pletórico de vegetación, se enfrió después, alcanzó la edad miniglacial del medioevo (1.500-1.800 d.c.). Ahora estaríamos en un periodo de retroceso de temperaturas.

Cuando nos referimos al cambio climático, no nos referimos a los cambios anteriores, a medio y largo plazo. Nos referimos a un cambio a corto plazo, en 100 años. ¿Quién ha prevenido del cambio climático?, ha sido la Química Espectroscópica en base a tres principios:

A) la atmósfera se calienta por contacto con la tierra y el mar, irradiados por el Sol, a través de las corrientes de convección semejantes a las que observamos cuando se calienta el agua en un cazo.

B) la radiación infrarroja del Sol (entre 12.500 y 33 cm^{-1} de número de onda), sólo es capaz de calentar a las moléculas químicas que vibran en esas ondas. El agua vibra a 3.655, 3756 y 1.660 cm^{-1} y el dióxido de carbono a 2.500 y 700 cm^{-1} . Ambas moléculas son capaces de absorber infrarrojo pero en diferentes frecuencias.

C) cuando la radiación infrarroja solar incide en la tierra o el mar, parte es absorbida calentándolos y parte es reemitida, pero en forma de radiación infrarroja de longitud de onda larga o de frecuencia corta (entre 1500 y 400 cm^{-1}). Como vemos el agua no absorbe esta radiación reemitida por la tierra de forma importante, sin embargo el CO_2 absorbe muy bien esta reemisión infrarroja de la tierra. Metano, N_2O , CFCs, CF_4 y SF_6 junto con el CO_2 son los mal llamados gases invernadero en la tesis de los seis gases: en realidad les deberíamos llamar “absorbedores de radiación infrarroja de onda larga”. Estos gases los estamos aumentando con nuestras combustiones y residuos industriales (la tasa media de CO_2 ha pasado de 280 ppm v/v en el periodo preindustrial a 358 en 1994).

La Química por boca de la prestigiosa cohorte de científicos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), predice algo tan simple como que si aumentamos en la atmósfera las moléculas capaces de absorber calor, indefectiblemente modificaremos la evolución natural de las temperaturas.

Es cierto que el cambio climático no predice inundaciones bíblicas, no desapareceremos sumergidos bajo las aguas como los contemporáneos de Noé, ni quemados por el fuego de Sodoma... como nuestros hermanos del Sahel africano o del Aral asiático, nuestras generaciones próximas tendrán que abandonar nuestros campos yermos y secos, 135 millones de personas ya han huido de la desertificación hacia el norte.

No se puede hacer demagogia con el cambio climático, ni es cosa de ecologistas intransigentes ni de gente que quiere que los pobres no se desarrollen al no dejarles que quemen combustibles. Lamentablemente los pobres del tercer mundo queman poco. Ya nos encargamos los del mundo de aquí arriba de quemarlos. El cambio climático es cosa de la Ciencia Química y de los Espectros Infrarrojos.

Los satélites no mienten, pero quienes los manejan si pueden mentir o equivocarse. En 1984 un joven investigador japonés, Sigeru Chubachi presentó una comunicación en forma de póster (es lo que suelen hacer los investigadores jóvenes con poco bagaje antes de vérselas con una conferencia oral), al Simposio Internacional Del Ozono de Salónica. A quien se le acercaba, se lo decía: “según nuestras medidas la capa de ozono

está disminuyendo en la Antártica durante el invierno”. Su crédito era aún tan bajo que esta conclusión ni se atrevió a plasmarla por escrito en los resúmenes escritos del simposio. En 1985, al seguir métodos similares, el prestigioso Farman publica en la prestigiosa revista *Nature* lo que Chubachi ya había advertido a quien quiso escucharle en Salónica. Los satélites americanos aún estaban por enterarse. Al revisar los datos de los satélites, se observó que simplemente no había medidas en los días del invierno austral, cuando descenden los valores del ozono, la razón: se habían desestimado por ser valores demasiado bajos. El ingeniero encargado, había programado la desestimación automática de datos o muy bajos o muy altos, es como si en una máquina medidora de la altura de niños le programamos que elimine por imposibles las medidas de menos de 1 cm o más de 3 metros, parece razonable hacer tal desestimación. Pero en este caso lo razonable no lo era y el joven Chubachi ha pasado a la historia por encima de los potentes satélites mal manejados.

Escuchemos argumentos, escuchemos a los Chubachi, y no nos dejemos embaucar por satélites, ordenadores, o intereses ocultos.

Referencias.

- (1) J. of the Air Pollution Control Association, Mayo 1972, p. 353.
- (2) A.C. Stern, Air Pôllution, Academic press, New York, 1977.
- (3) X. Domenech, Química Atmosférica, Miraguano ediciones, Madrid, 1991.

EJERCICIOS

1. Acuda a un taller de automóviles y pregunte qué medidas se realizan para controlar la contaminación que producen los automóviles y cuáles son los límites permitidos.
2. Busque en la página web de la conselleria con responsabilidad en medio ambiente (www.gva.es) y busque los valores del último mes en la estación fija de control de la contaminación del aire más cercana a su domicilio. Cómo considera que está el ambiente de su ciudad al comparar los datos de la conselleria con los de la Tabla 1 del documento anterior.
3. Indague cuáles son las diferencias entre polvo, humo, aerosol y smog o neblumo.
4. Para evitar la contaminación por ozono, ¿qué recomendaciones daría a los conductores?.



(4) LOS RESIDUOS QUE INVADEN EL AMBIENTE.

4.1. Los residuos sólidos.

4.2 Los residuos sólidos urbanos.

4.3 Los residuos peligrosos.

Referencias.

Ejercicios.

Los problemas de la evacuación de los residuos empezaron en los tiempos en los que el ser humano comenzó a congregarse en comunidades y la acumulación de los desechos llegó a ser una consecuencia de la vida. El hecho de arrojar comida y otros residuos en las calles de las ciudades medievales llevó a la reproducción de ratas portadoras de la plaga bubónica, causando muchas epidemias que diezmaron la población europea en el siglo XIV. Hasta el siglo XIX los responsables de la salud pública no llegaron a darse cuenta de que los residuos de comida tenían que ser recogidos y evacuados de una forma sanitaria para controlar los vectores (pulgas, moscas, doradores, etc.).

Las primeras normas para el control de los residuos se dictaron en Inglaterra, debido a las malas condiciones sanitarias, se aprobó un Acta de sanidad urbana en 1888, prohibiendo arrojar residuos sólidos en diques, ríos y aguas. Seguidamente, en 1898, en EE.UU. se promulgó el “Rivers and Harbors Act” que intentó regular el vertido de escombros en aguas navegables y en los terrenos adyacentes.

En la década de los 60 y 70 se desarrollaron en todos los países industrializados normas y leyes sobre residuos. En España en 1975 apareció la Ley 42/75 sobre desechos y residuos sólidos urbanos y en 1998 fue derogada por la actual Ley 10/98 de residuos.

4.1 LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La palabra residuo es ampliamente utilizada en multitud de contextos y el significado de la misma parece evidente, no obstante el establecer una definición concreta de lo que debe ser considerado como residuo resulta tremendamente complejo.

En el marco económico, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) define a los residuos como “aquellos materiales generados en las actividades de producción, transformación y consumo, que no alcanzan ningún valor comercial en el contexto donde son producidos”. La carencia de este valor puede deberse tanto a la falta de tecnología adecuada para su aprovechamiento, como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados. En esta definición se asocia el concepto de residuo con la inexistencia de aprovechamiento económico.

La Unión Europea en su Directiva 91/156/CEE sobre residuos, especifica que se entenderá por residuo “cualquier sustancia u objeto

perteneciente a una de las categorías que se recogen en su Anejo I y del cual se desprenda su poseedor o tenga obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes”. En este caso se asocia el concepto de residuo con una obligación legal.

En cuanto a la legislación española, adopta a partir la Ley 10/98 de Residuos la definición dada por la Directiva 91/156/CEE, adaptando el Anejo de categorías a las características propias del país.

Una definición genérica, que pueda servir para entender su significado fuera de toda norma o reglamento, sería la de que un “residuo sólido” es todo material o producto generado en las actividades de producción, transformación y consumo, que no tiene valor comercial en las condiciones particulares de tiempo y lugar en el que se ha producido, y del cual se desprenda su poseedor o tenga obligación de desprenderse.

La clasificación más común de los residuos sólidos se hace en función de su origen y el sector de producción, obteniéndose los siguientes tipos:

A) SECTOR PRIMARIO:

- *Residuos ganaderos*: son todos aquellos producidos por la cría y manipulación del ganado.
- *Residuos agrícolas*: son aquellos proceden de la cosecha de cereales y oleaginosas y de las podas de árboles, arbustos y viñedos.
- *Residuos forestales*: aquellos restos de madera procedentes de poda y entresaca, que hay que retirar de las explotaciones forestales con el fin de evitar riesgos de incendios y plagas de insectos que habitan en la madera.
- *Residuos mineros*: son aquellos materiales no aprovechables que se forman en las extracciones mineras o de canteras.

B) SECTOR SECUNDARIO:

- *Residuos Industriales*: son todos aquellos materiales resultantes de un proceso de fabricación, transformación, consumo o limpieza generados por una actividad industrial cuyo productor o poseedor los destina al abandono. Se clasifican en tres categorías: a) Residuos inertes; b) Residuos asimilables a urbanos, y c) Residuos peligrosos.

C) SECTOR TERCIARIO:

- *Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*: son aquellas sustancias y objetos generados por cualquier actividad dentro de los núcleos urbanos o su área de influencia. Esto implica que son algo más que los generados en el ámbito doméstico, ya que hay que contemplar el conjunto de otras actividades generadoras de residuos dentro del ámbito urbano.

En la figura 4.1 se pueden observar las cantidades de residuos publicadas y declaradas a la Agencia Europea de Estadística por parte de España en el año 1990.

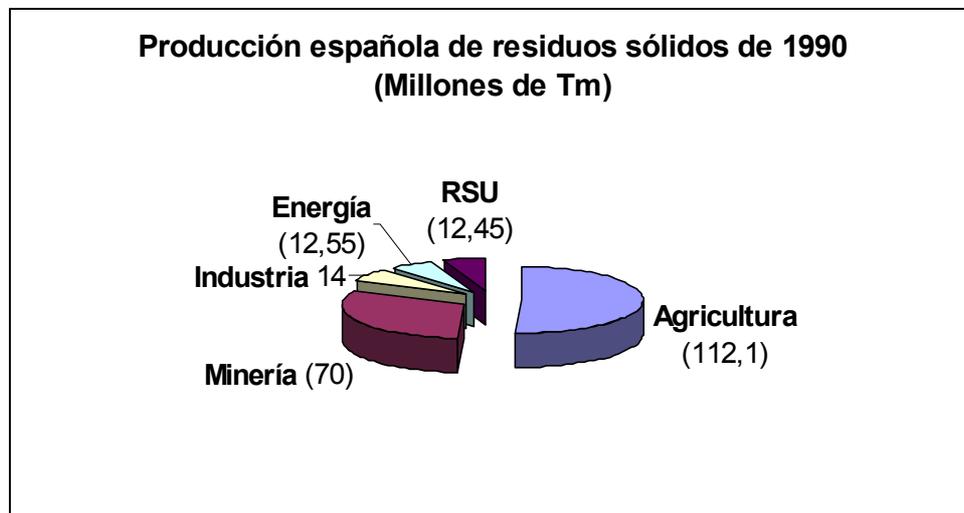


Figura 4.1. Producción de residuos por sectores en el año 1990 en España. Fte: Eurostat (1996).

4.2 LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Como ya se ha dicho, los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son aquellas sustancias y objetos de los cuales su poseedor se desprenda o tenga la obligación de desprenderse dentro del ámbito urbano. La precisión de esta definición vendrá dada por la legislación de cada país. En España, la Ley 10/1998 de Residuos, define Residuos Urbanos o Municipales como “los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los

anteriores lugares o actividades”. Siguiendo con la definición “tendrán también la consideración de residuos urbanos los siguientes: a) Residuos procedentes de la limpieza viaria, zonas verdes, áreas recreativas y playas; b) Animales muertos, muebles, enseres y vehículos abandonados; c) Residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria”.

Las diferentes fuentes de las que proceden los residuos urbanos hacen que su composición física (término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen el residuo), sea variada y heterogénea. En la figura 4.2 se da la composición de los RSU en España para el año 1996. La fracción más importante la constituye la materia orgánica (Restos de comida), seguida de papel-cartón, plásticos y vidrio.

Composición de los RSU en España (1996)

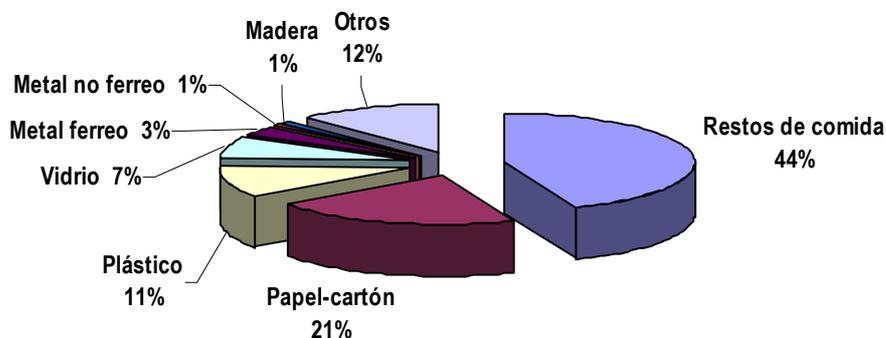


Figura 4.2. Composición de los residuos sólidos urbanos en España (porcentaje en peso). Fte: PNRSU (2000-2006).

La composición también se ve influida por los factores climatológicos, económicos y sociales de la zona. En la figura 4.3 se puede observar cómo la composición de los RSU de la ciudad de Castellón difiere bastante de la media española. La fracción “Restos de comida” es mucho más elevada, hecho que se explica por la costumbre en la zona de consumir grandes cantidades de frutas, verduras y hortalizas frescas, cultivadas en las huertas cercanas

Composición de los RSU en Castellón (1998)

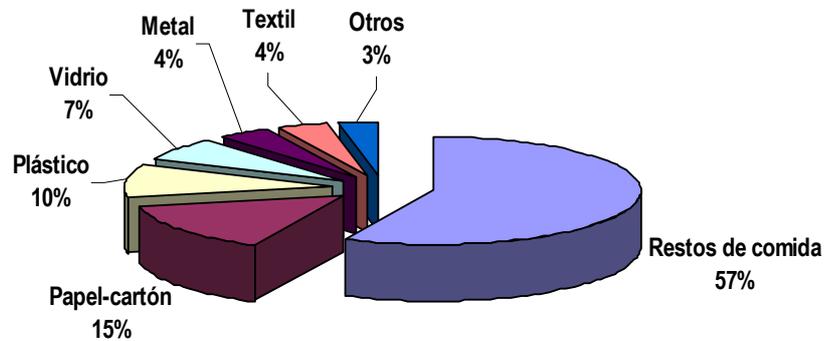


Figura 4.3. Composición de los residuos sólidos urbanos de Castellón de la Plana (porcentaje en peso).

Respecto a la generación de RSU, en España se produjeron en 1996 unos 17 millones de toneladas. Esto supone que cada ciudadano genera de media 1,2 Kg. por día.

Al igual que con la composición, también existen variaciones en la generación debido fundamentalmente al factor económico. Así, en países con rentas elevadas la tasa de generación (cantidad producida por habitante y día) es mucho más elevada que en los pobres. Mientras en los países industrializados la tasa se sitúa entre el 1,2-2 Kg/hab.día, los que están en vías de desarrollo apenas alcanzan los 0,9 Kg/hab.día.

En la figura 4.4 se puede observar la evolución de la tasa de generación de la ciudad de Castellón a lo largo de los últimos 23 años. Su variación va asociada directamente a los ciclos de crecimiento económico que ha experimentado la ciudad en este período.



Figura 4.4. Evolución de la generación de residuos sólidos urbanos de Castellón.

La gestión de los residuos sólidos urbanos.

Se entiende por Gestión el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los RSU generados en una determinada zona el tratamiento global más adecuado, desde los puntos de vista técnico, económico, medioambiental y sanitario, de acuerdo con las características de los mismos y los recursos disponibles.

En el marco de la legislación española, la Ley 10/98 de Residuos define la Gestión como “la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluyendo la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre”.

Tal y como dice la ley, la gestión se puede dividir en un conjunto de elementos relacionados entre sí como indica la figura 3.5. La descripción de cada uno es la siguiente (1):

- *Generación de residuos.* Abarca aquella actividad inicial en la que se estudia y analiza el valor de los residuos, las cantidades generadas, la composición, las variaciones semanales, etc. Esta primera etapa es de una

importancia fundamental para conocer mejor la naturaleza del problema de la gestión y para abordar el diseño de las etapas posteriores.

- *Prerrecogida.* Involucra las actividades de manipulación, separación, almacenamiento y procesamiento en origen de los RSU hasta que son depositados en un punto para su posterior recogida. Este segundo elemento tiene un efecto importante sobre las características de los residuos, el resto de elementos, la salud pública y las actitudes públicas acerca de los residuos y su gestión, por lo que es importante establecer una prerrecogida en la que los residuos se presenten en unas condiciones higiénicas y en los horarios y lugares más idóneos.
- *Recogida.* Comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga desde los puntos de recogida hasta que son descargados en la estación de transferencia, lugar de tratamiento o vertedero.
- *Transferencia y transporte.* Comprende todas las actividades, medios e instalaciones necesarias para trasladar los residuos a lugares alejados de los puntos de generación. Se puede dividir en dos actividades claramente diferenciadas. La primera consiste en la transferencia de los residuos desde un vehículo de recogida pequeño hasta un equipo de transporte más grande, y la segunda en el transporte a través de largas distancias a un lugar de tratamiento o de evacuación. La transferencia se realiza en instalaciones, más o menos equipadas, llamadas Estaciones de Transferencia.
- *Tratamiento.* Comprende todos los procesos de separación, procesamiento y transformación de los residuos. La separación y procesamiento de los residuos se realiza en Instalaciones de Recuperación de Materiales (IRM). En las IRM pasan por una serie de procesos: separación de voluminosos, separación manual de componentes, separación mecánica y empaquetado, obteniéndose una corriente de productos destinados al mercado y un rechazo. Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos y para obtener productos y energía. Los más extendidos son el compostaje y el tratamiento térmico.
- *Vertido.* Destino último de los residuos o rechazos de instalaciones de transformación y procesamiento. Sus instalaciones se llaman vertederos controlados.

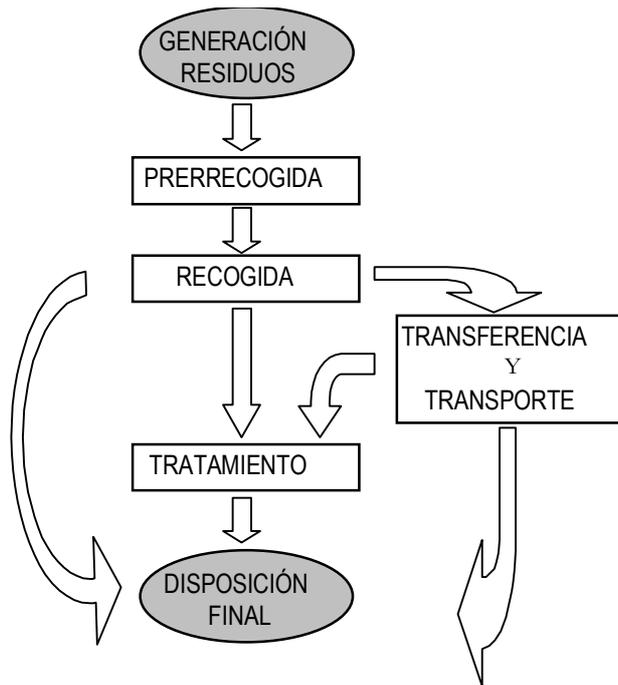


Figura 4.5. Esquema de la gestión de los residuos sólidos urbanos.

4.3 LOS RESIDUOS PELIGROSOS

El término residuo tóxico (o peligroso) fue aceptado por primera vez en 1970 en los EE.UU. con ocasión del primer estudio nacional sobre el tema, y se puso de moda a mediados de los años setenta con la aparición de iniciativas legislativas para su regulación. Anteriormente este tipo de residuos se catalogaban como residuos industriales especiales o residuos químicos.

A medida que aparecieron casos de envenenamiento y de los efectos crónicos por la exposición a los residuos tóxicos, la comunidad científica y la sociedad en general empezaron a reclamar la regulación de este tipo de residuos.

La legislación española define técnicamente el residuo peligroso en el RD 952/1997 de 6 de julio de 1997. Asimismo en la Orden Ministerial de 13 de octubre de 1989 se describen los métodos para determinar la peligrosidad de un residuo. En líneas generales, un residuo es peligroso cuando contiene un componente químico o biológico con efectos tóxicos (alteraciones en los organismos expuestos), peligrosos (explosivos, corrosivos...), con capacidad de producir cáncer, alteraciones en el feto o mutaciones, así como los que sean ecotóxicos (afectan al medio ambiente).

Este tipo de residuos deben entregarse a gestor autorizado y requieren un seguimiento muy estricto para evitar su vertido incontrolado.

El incremento en la generación de residuos peligrosos, así como el de las sustancias de alto grado de peligrosidad, ha aumentado progresivamente los niveles de riesgo asociados a su presencia en el medio ambiental. La industria parece asociada de manera muy destacada a la producción de este tipo de residuos, pero su presencia en los RSU es cada vez más importante y peligrosa suponiendo un alto riesgo para su gestión.

Referencias.

(1) G. Tchobanoglous, H. Theisen, S. Vigil, *Gestión Integrada de residuos Sólidos*, Mc. Graw Hill, 2 ed., 1994.

Ejercicios.

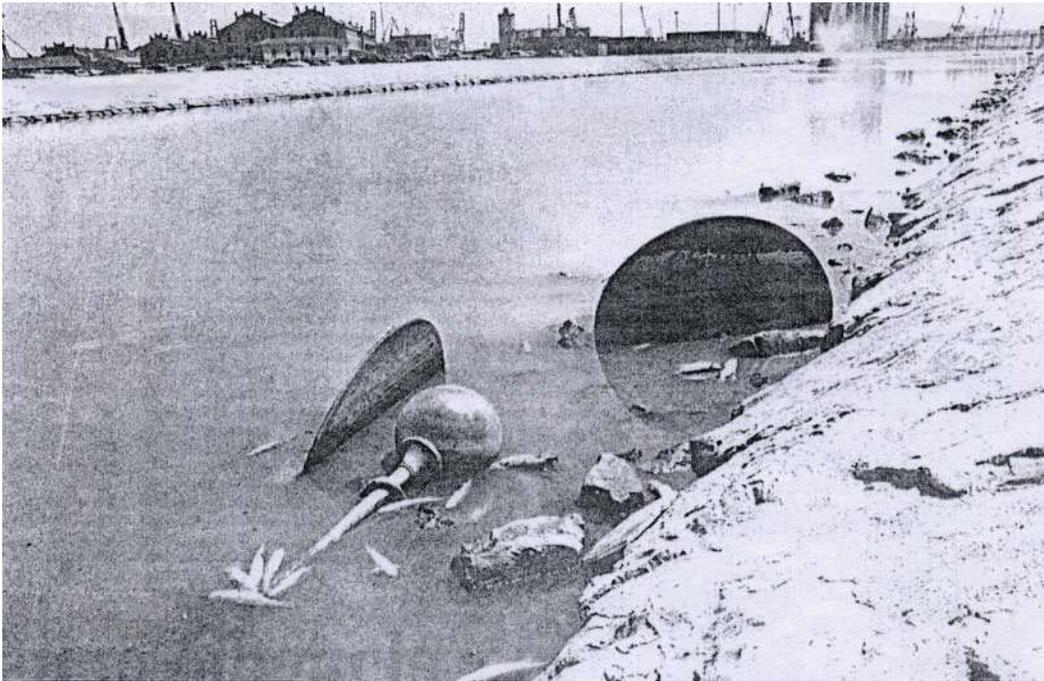
(1) Los residuos domésticos están integrados por diferentes fracciones: materia orgánica, metales, papel, vidrio, plásticos, peligrosos. Analice sus residuos semanales y estime las proporciones en peso de cada una de estas fracciones.

(2) Analice el sistema de recogida selectiva de su ayuntamiento: indique las ventajas y señale las debilidades del sistema. ¿Qué cambios introduciría para mejorar la gestión?

(3) Analice los residuos peligrosos que usted produce a lo largo de una semana. ¿Cuáles son las características que los caracterizan como peligrosos?

(4) Analice los tipos de industria de su localidad e indague sobre los residuos peligrosos que se generan y cómo son tratados por las industrias que los producen.

(5) El uso indiscriminado de fármacos, insecticidas, fungicidas produce la introducción de sustancias en el medio ambiente antes desconocidas. Averigüe que sustancias son las siguientes y en que se utilizan: cloruro de polivinilo PVC, dietilestilbestrol DES, bisfenoles, ftalatos. ¿Qué problemas pueden traer su introducción indiscriminada en el medio ambiente?



(5) LA LIMPIEZA DE LAS AGUAS

5.1. Disponibilidad del agua.

4.2. Contaminación de las aguas.

5.3. Tratamiento de las aguas

Referencias.

Ejercicios.

El agua es el componente químico más abundantes en la naturaleza, quizás también el más importante. Casi toda la vida en la tierra utiliza agua como medio fundamental para el funcionamiento metabólico. Es un disolvente universal, se utiliza para limpiar y arrastrar todo tipo de residuos en las actividades humanas. También la eliminación y dilución de la mayor parte de los desechos naturales y de origen humano están a cargo del agua.

En una sociedad industrializada como la nuestra la necesidad de agua es fundamental, en la tabla 5.1 se dan unos datos de las cantidades tan importantes de agua que son necesarias para obtener bienes de primera necesidad.

Tabla 5.1. Consumos de agua.

Industria/producto	L/unidad
Refino de petróleo	18.000L/tonelada
Papel	160 L / kg
Acero	150 L / kg
Cultivo del maiz	1000 L / kg

5.1 DISPONIBILIDAD DEL AGUA

El agua de la tierra no está disponible en su totalidad. De los $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de agua que se estima hay en la tierra, sólo el 2,8% es agua dulce (tabla 5.1). Del agua dulce, el 75% está confinada en forma de hielo perpetuo, en el suelo, en las rocas y en la atmósfera, lo cual deja un 25% de agua disponible. Pero solo el 0,6% de ese agua disponible en la superficie y subterránea es fácilmente accesible para el abastecimiento humano. En resumen del agua dulce que hay en la tierra solo se dispone del 0,15% (el 0,004% del total del agua). Para apreciar la cantidad de agua disponible para uso, si se supone que la provisión total de agua es de 100 litros, 2,8 l serían de agua dulce y se dispondría para uso humano de 0,004 l (4 ml) de agua dulce.

La provisión de agua dulce en la superficie terrestre está garantizada gracias al Ciclo Hidrológico: sistema por el cual el agua se mueve desde el mar a la tierra y viceversa. El agua del mar, gracias a la energía solar se evapora y forma las nubes. Al caer la lluvia, parte lo hace en el mar y parte en la tierra. La lluvia que cae en la tierra, parte se evapora y parte cae a la superficie del suelo. El agua que cae a la superficie es absorbida por la vegetación retornándola a la atmósfera mediante la evapotranspiración. El resto forma los glaciales, los ríos y los lagos o se filtra formando los acuíferos (aguas subterráneas).

Tabla 5.2. Reparto del agua.

TIPO DE AGUA	Porcentajes respecto al total del agua en la tierra (%)
Océanos	97,2
Agua dulce	2,8
Agua dulce confinada (hielo polar, suelos, rocas, vapor de agua) (75% del agua dulce)	2,1
Agua dulce superficial y subterránea (25% del agua dulce)	0,7
Agua dulce superficial y subterránea inaccesible (99,6% del agua superficial y subterránea)	0,6958
Agua dulce superficial y subterránea accesible (0,4% del agua superficial y subterránea)	0,0042

Por otro lado, el agua tiene una distribución heterogénea en la geografía de la tierra, en general se habla de disponibilidad del agua frente a necesidad hidrológica:

- Si la disponibilidad supera los 20.000 m³/Ha hablamos de zona excedentaria, son las regiones del norte de Europa y América así como sudeste asiático y las selvas tropicales.

- Si la disponibilidad está entre 20.000-10.000 m³/Ha la zona puede sufrir periodos de déficit hídrico.
- Una disponibilidad inferior a 10.000 m³/Ha supone un déficit hídrico importante. Kenia presenta niveles de 1000 m³.

Fuentes de agua

La calidad y cantidad del agua depende de las fuentes de procedencia. Las aguas superficiales y subterráneas, las principales fuentes, experimentan la influencia de la geografía, el clima y las actividades humanas. En las regiones áridas del mundo la falta de agua natural puede hacer necesaria la desalinización de agua de mar y la recuperación de aguas residuales tratadas, constituyéndose así en sendas fuentes artificiales de agua. Su calidad depende de los sistemas de tratamiento utilizados.

Las Aguas Subterráneas son aquellas que se han filtrado desde la superficie de la tierra a través de los poros del suelo. Las formaciones de suelo y roca que se han saturado de líquido se conocen como depósitos de agua subterránea o acuíferos. El agua se extrae por medio de los pozos. Las aguas subterráneas se pueden utilizar con poco o ningún tratamiento. Casi todos los organismos patógenos y muchas sustancias indeseables se eliminan por la acción filtrante del suelo. Por lo general las aguas subterráneas son de mucha mejor calidad que las superficiales. Por el contrario, si se contamina un acuífero de forma accidental su restauración es difícil, costosa y de largo plazo.

Las Aguas Superficiales proceden de ríos, lagos y pantanos. Su mayor desventaja es que están expuestas a la contaminación de todo tipo. La contaminación llega del drenaje de las áreas industriales, urbanas y agrícolas, de la erosión de los suelos y de la atmósfera. Suelen necesitar un tratamiento importante, en especial si están contaminadas.

El agua de mar, disponible en grandes cantidades, se puede transformar en agua dulce por diversos procesos. No obstante, los costes del proceso (sin contar con la eliminación del residuo de sal muera) son de hasta 5 veces más altos que los de tratamiento de agua dulce (1). Desalinización es el término general que se emplea para describir la extracción de las sales disueltas en el agua. En la actualidad este proceso se lleva a cabo ampliamente en el Medio Oriente para el abastecimiento de agua municipal.

Las aguas residuales regeneradas (o recicladas) son aquellas que han recibido un tratamiento suficiente para volver a ser utilizadas en la industria y en la agricultura, y para ciertas aplicaciones municipales, como el riego de jardines o el baldeo de calles. El origen de las aguas regeneradas son las aguas residuales urbanas e industriales, que reciben un tratamiento intenso según su grado de contaminación, hasta alcanzar la calidad exigida por la administración para su uso.

Uso del agua

El hombre necesita el agua para satisfacer las diversas necesidades de la sociedad. Los usos del agua son:

- Agrario: aguas para riego en zonas en las que no hay suficiente agua.
- Cría de peces y moluscos.
- Consumo humano: agua en condiciones adecuadas para los hogares, actividades comerciales, lugares públicos (hospitales, escuelas, etc.), jardinería, limpieza de calles y protección contra incendios.
- Industria: agua que se utiliza como componente del producto (por ejemplo, las conservas) y agua que se utiliza en el proceso industrial para limpieza, enfriamiento, etc.
- Transporte: el agua como medio de transporte fluvial.
- Recreación: el agua utilizada para baño, navegación, etc.

Para cada uno se requiere alcanzar unos estándares de calidad mínimos que vienen recogidos por la normativa de Aguas. Dichos estándares están referidos a sus principales propiedades físicas, químicas y biológicas. Por tanto el concepto de calidad del agua es relativo y depende del uso que vaya a dársele al agua.

En la tabla 5.3 se da la distribución del agua para los principales usos en diversos países. La agricultura es la actividad que más agua necesita, llegando a representar una media del 70% del total de agua consumida, a nivel mundial. Por tanto, a la hora de ahorrar de forma significativa agua hay que hacer un esfuerzo en el sector agrario.

Tabla 5.3. Distribución del uso del agua (%).

	Doméstico	Industrial	Agricultura
media mundial	10	20	70
África	9	5	86
USA	11	43	46
Canadá	10	80	10
México	9	1	90
España	11	9	80

En los países industrializados, el consumo de agua para las personas está entre 150-350 litros por persona y día (lpd), dependiendo si es una zona rural o urbana. Sin embargo en países pobres, el consumo desciende a 15-35 lpd.

5.2 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

La contaminación de las aguas se puede definir como “cualquier causa o condición que afecte de forma adversa a alguno de los usos que pudiera dársele a un agua en su estado natural”. Aparece como consecuencia directa del desagüe de las aguas urbanas e industriales, o indirectas de la contaminación del aire o de filtraciones de terrenos agrícolas.

Los principales contaminantes se agrupan en las siguientes categorías:

- **Microorganismos:** principalmente bacterias, virus y protozoos. Las aguas residuales urbanas pueden contener patógenos (organismos causantes de enfermedades) procedentes de excrementos de personas con enfermedades infecciosas susceptibles de transmitirse en el agua contaminada.
- **Sólidos:** los sólidos totales de las aguas son, por definición, los residuos que quedan una vez que la parte líquida se ha evaporado a 105°C.
- **Componentes inorgánicos:** cloruros y sulfatos, nitrógeno y fósforo, carbonatos y bicarbonatos, metales pesados (As, Cr, Pb, etc.)

- **Materia orgánica:** contaminante biodegradable formado principalmente por proteínas y carbohidratos procedentes de residuos de alimentos, excrementos, etc.

La concentración de estos contaminantes normalmente es muy pequeña y se expresa en miligramos por litro de agua contaminada (mg/L). Las aguas más contaminadas son las procedentes de los procesos industriales y de la actividad urbana, aguas que deben ser depuradas antes de verterlas al cauce público. En la tabla 5.4 se muestra la composición típica de un agua residual urbana en España.

Tabla 5.4. Valores típicos de los parámetros contaminantes de un agua residual urbana.(2)

Constituyente	Concentración (mg/L)		
	Fuerte	Media	Débil
Sólidos totales (ST)	2000	1000	350
Sólidos disueltos (SD)	1400	750	250
Sólidos disueltos volátiles (SDV)	540	300	105
Sólidos disueltos no volátiles (SDNV)	875	450	145
Sólidos suspendidos (SS)	580	300	100
Sólidos suspendidos volátiles (SSV)	460	225	70
Sólidos suspendidos no volátiles (SSNV)	125	75	30
Sólidos sedimentables (SS)	1300	600	200
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	500	300	100
Demanda química de oxígeno (DQO)	1600	750	250
Carbono orgánico total (COT)	500	300	100
Nitrógeno total, como nitrógeno (NT)	140	60	20
Nitrógeno orgánico, como nitrógeno (NO)	58	23	8
Amoníaco libre, como nitrógeno (NH ₃)	82	37	12
Nitritos, como nitrógeno (NO ₂ -N)	0	0	0
Nitratos, como nitrógeno (NO ₃ -N)	0	0	0
Fósforo total, como fósforo (PT)	33	15	6
Fósforo orgánico, como fósforo (PO)	8	5	2
Fósforo inorgánico, como fósforo (PI)	25	10	4
Cloruros	170	75	30
Alcalinidad, como CaCO ₃	333	150	50
Grasa	250	150	50

5.3 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS

El tratamiento de las aguas tiene como objetivo la eliminación de los contaminantes perjudiciales para la salud humana y el entorno acuático, terrestre o aéreo. En el tratamiento cabe distinguir entre la potabilización, adecuación el agua para consumo humano, y el tratamiento de las aguas residuales urbanas o industriales.

La purificación (o potabilización) del agua para beber se remonta a los filtros de arena en tiempos de los romanos. En el siglo XX las ciudades empezaron a tratar las aguas mediante filtros lentos de arena, la calidad era excelente pero necesitaban grandes superficies de terreno. En la década de 1890 y 1900 los filtros rápidos de arena, con una capacidad de producción mucho mayor, comenzaron a sustituir a los lentos. Se añadió la cloración como una etapa posterior de tratamiento para la purificación microbiológica. En los años 50 en EE.UU. se introdujo la fluoración del agua potable para reducir la caída de los dientes, y una década después se popularizó en todo el mundo. Hoy en día con la generalización de pastas de dientes con flúor y una mejor higiene dental ya no se utiliza esta técnica.

En la figura 5.1 se dan dos esquemas de plantas potabilizadoras de aguas naturales (superficial y subterránea). El esquema A pertenece a la depuración de agua superficial, por lo que el tratamiento es más exhaustivo. Sin embargo, para aguas subterráneas sin contaminar el proceso es más sencillo (esquema B).

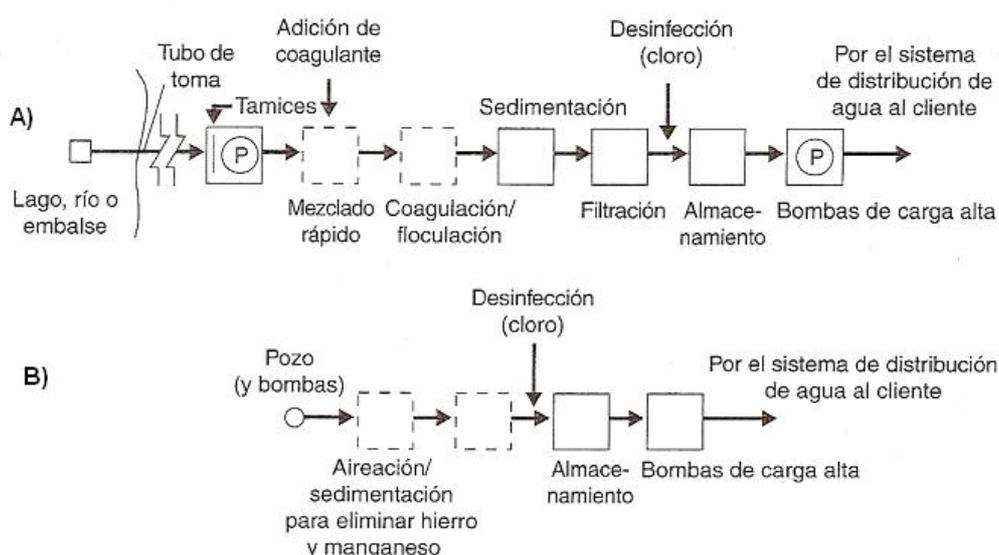


Figura 5.1 Esquemas generales de potabilización de agua superficial y subterránea.

Las aguas residuales tratadas son vertidas al entorno natural (lagos, ríos y océanos), dependiendo de la fragilidad del mismo el proceso de tratamiento será más o menos estricto.

A principios de 1900 las grandes ciudades tenían repetidas epidemias de tifus debidas a la mala gestión de sus aguas residuales. En Inglaterra, en 1914, Arden y Lockett descubrieron que cuando se aireaba el agua residual orgánica en tanque de decantación, después de algunos días el efluente presentaba una menor carga de materia orgánica. Este proceso, llamado lodos activos, utilizaba microorganismos en suspensión, en un medio aerobio, para descomponer los residuos orgánicos. Esto representó un avance importante en la tecnología, se patentó pero tuvo poco éxito y no se aplicó hasta mucho más tarde, en la década de los 80, cuando empieza generalizarse la depuración de las aguas residuales.

En la actualidad, según la normativa vigente en España, todas las poblaciones mayores de 5.000 habitantes tienen que disponer de una planta de tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas (ARU). Un esquema general de una de ellas es el representado en la figura 5.2.

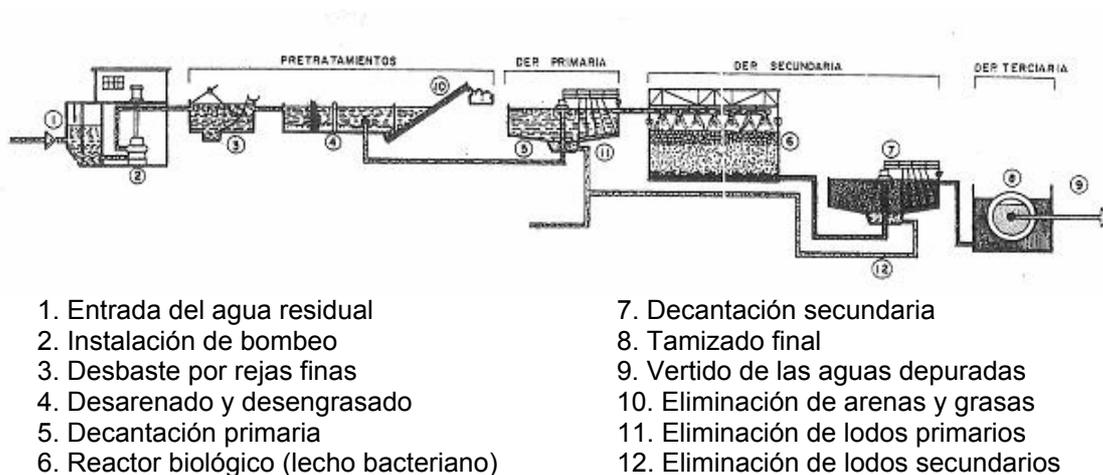


Figura 5.2 Esquema general de una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas.

Prácticamente todas las plantas tienen el mismo esquema. El proceso de depuración se divide en cuatro etapas claramente diferenciadas. En cada una de ellas se utiliza la tecnología más apropiada según las características del agua a tratar y las del agua de salida.

Las etapas de una Estación de Depuración de Aguas Residuales (EDAR) son:

- Pretratamiento: elimina los objetos de gran tamaño.
- Tratamiento Primario: elimina los sólidos sedimentables, pequeñas cantidades de materia orgánica y metales pesados.
- Tratamiento Secundario: elimina la materia orgánica disuelta en el agua mediante procesos biológicos.
- Tratamiento Terciario: su objetivo es aumentar la calidad del agua de salida. Elimina patógenos y materia orgánica.

La preocupación por el tratamiento de las aguas residuales humanas en el siglo XIX provocó que se ignorara la posibilidad de contaminación de vertidos de Aguas Residuales Industriales (ARI). En aquella época se pensaba que los ácidos en los vertidos industriales ayudaban a destruir los microorganismos de los vertidos humanos que causaban las enfermedades, y así serían beneficiosas para la calidad del agua de los ríos. No se prestaba atención a los incidentes de mortandad de peces ni coloración del agua de los ríos. El tratamiento de las aguas industriales es un acontecimiento moderno, posterior a la II Guerra Mundial. Los esquemas de tratamiento dependen de las aguas residuales, que son muy específicas de la industria que la genera, por lo que no existe un esquema estándar.

Referencias.

- (1) J. Clynn Henry, Gary W. Heinke. *Ingeniería Ambiental*. Prentice Hall, México, 1999.
- (2) J. Ferrer Polo. *Tratamientos de aguas. Tomos 1. Tratamientos físicos, químicos y biológicos*. Ed: Univ. Pol. Valencia

Ejercicios.

(1) Averigüe de qué fuentes procede el agua de abastecimiento de su ciudad y el tipo de tratamiento que se utiliza en la potabilización.

(2) Determine la cantidad de agua que gasta en casa durante un período determinado de tiempo y calcule los litros por persona y día (lpd) que consumen en su vivienda. ¿Qué fórmulas utilizaría para rebajar el consumo?

(3) Una vez determinado el consumo de agua, estime la cantidad que va a la red de alcantarillado. Determine los litros por persona y día (lpd) del agua residual que generan en su domicilio.

(4) Una vez estimados los lpd de agua residual que genera en su domicilio, averigüe el número de habitantes de su ciudad y estime la cantidad diaria y anual de agua residual urbana (ARU) producida en su ciudad.

Nota: para incluir el agua de baldeo de calles y riego de jardines, multiplique la cantidad hallada por 1,25.

TRABAJOS PRÁCTICOS

1. OZONO

Actividad: pedir los datos de ozono en comunidad valenciana a Servicios Territoriales de Conselleria. Analizarlos en base a la directiva 92/72.

Presentar trabajo resumen

2. OXIDOS DE NITROGENO

Actividad: pedir los datos de NO_x en comunidad valenciana. Analizarlos en base a la LPPA.

Presentar trabajo resumen.

3. SO₂

Actividad: pedir los datos de SO₂ en comunidad valenciana. Analizarlos en base a la LPPA.

Presentar trabajo resumen.

4. DETERGENTES

Actividad: ir a un supermercado y analizar las etiquetas varios detergentes en polvo, líquidos y para ropa de color, analizar las diferencias y contrastar con trabajo bibliográfico.

Presentar trabajo resumen.

5. LIMPIADORES DE HORNOS

Actividad: analizar los etiquetados de diferentes limpiadores de hornos y analizar los resultados.

Presentar trabajo resumen.

6. RESIDUOS DE UN TALLER MECANICO

Contactar con un taller mecánico y analizar los diferentes tipos de residuos generados, preguntar como se gestionan.

Presentar trabajo resumen.

7. DEPURADORA

Contactar con la depuradora de Castellón (Tf. 280817) y concertar una visita.

Presentar trabajo resumen.

8. PLANTA DE RESIDUOS TÓXICOS (ECOCAT Villarreal)

Contacta con la empresa (Tf. 532833) y concertar visita.

Presentar trabajo resumen.

9. PLANTA CERAMICA

Contactar con una planta de azulejos, y analizar los diferentes tipos de residuos generados, preguntar como se gestionan.

Presentar trabajo resumen.

10. PLANTA DE COMPOSTAJE

Contactar con RECIPLASA (Onda), concertar una visita y analizar el sistema de compostaje y tratamiento de RSU.

Presentar trabajo resumen.