

MANUAL **DE** **GESTION** **MEDIOAMBIENTAL**

Luis Ortiz

J.Luis Míguez

Pedro Rey

MANUAL DE GESTION

MEDIOAMBIENTAL

INTRODUCCION

El crecimiento industrial de los últimos años, ha llevado consigo un gran aumento en los tipos y cantidades de las emisiones y vertidos de todo tipo de materias contaminantes. Paralelamente, en muchos casos, se ha registrado una elevada concentración de industrias en las zonas con mejores características de desarrollo, de forma que las concentraciones ambientales de los productos vertidos han crecido alarmantemente, rebasando, en algunos casos, los mínimos sanitarios.

Esta situación de peligro real para la población, debe paliarse con métodos económicamente viables, lo que representa un reto para la tecnología actual, que en los últimos años lo ha afrontado decididamente, para evitar que el crecimiento industrial se frene por razones de tipo sanitario. Además, al ritmo de crecimiento y desarrollo social y tecnológico al que tienden actualmente las distintas comunidades humanas, cada 13 años se duplicará la necesidad de flujo energético necesario para el mantenimiento de las sociedades humanas, tal y como las conocemos actualmente, lo cual es insostenible a medio plazo por la Biosfera.

La producción primaria de biomasa por parte de la Biosfera se estima en unos 70.000 millones de toneladas de Carbono/año, siendo el consumo de petróleo del orden de 2.000 millones de t de C/año. Por tanto, a nivel de ecosistema global se observa que la Biosfera se está convirtiendo en heterótrofa, ya que cerca del 8-10% de toda la energía total suministrada a los niveles Secundario y Terciario de las cadenas tróficas es ya de origen fósil.

Esto trae como consecuencia una creciente compartimentación topográfica de la Biosfera en subsistemas de características y funcionalidades distintas (especialización). Por este motivo, se incrementa la diversidad y estabilidad intraespecífica y se reduce dramáticamente la diversidad interespecífica.

A nivel Humanidad, 1/4 de la población mundial vive en 42 países y consume las 4/5 partes de toda la energía que se gasta (transforma) en el Planeta. De esta fabulosa cantidad de energía solo 1/18 se emplea como energía primaria y el resto se derrocha como "energía comercial". El consumo en estos países tiende a incrementarse de manera continuada.

Por otra parte, 128 países acogen a las 3/4 partes de la Humanidad, que consume 1/5 de toda la energía. El crecimiento demográfico en estos países es del orden del 1% anual y para mantener este crecimiento sería necesario un incremento anual del orden de 3 puntos del PIB de estos países, lo cual está muy lejos de sus posibilidades reales, al menos a medio plazo.

En términos técnicos, el incremento de la población a nivel mundial (que actualmente es del orden de 100 millones de toneladas de biomasa equivalente), supone un aumento anual del 2% de la biomasa total. Esta biomasa humana tiene

un tiempo de regeneración cada vez mayor, lo cual conlleva una mayor estabilidad del ciclo biológico y produce una reducción de la diversificación y un aumento de la dependencia de fuentes energéticas tradicionales, con el gran peligro que representa el predecible déficit para el próximo siglo.

Cuantitativamente, puede decirse que a nivel mundial se consumen unos 0.4×10^{12} w/año (12% del total), en forma de energía alimenticia y unos 3×10^{12} w/año en las diferentes formas de energía que conocemos. Es decir, en la actualidad el consumo de energía de la humanidad es del orden de unas 40.000 Kcal/día por habitante, lo cual es unas 15-20 veces más de lo que se necesita para el sostenimiento de la vida racional.

Por otra parte, el poder manipulador del hombre hace que los ecosistemas dependan de sus sistemas organizativos, sociales y políticos, lo cual es muy peligroso, cuando se trata de gestionar sistemas naturales frágiles y fácilmente vulnerables. Así, nos encontramos con problemas derivados del uso de energías fósiles, como la famosa "Lluvia Acida" (Acid Rain), el "Efecto Invernadero" (Greenhouse effect) o la destrucción de la "Capa de Ozono" (Ozone Layer), que hace la vida sobre el Planeta Tierra.

Tan solo a título de ejemplo, mencionar que las emisiones en forma de derivados del carbono a la atmósfera son del orden de 5×10^9 t/año de C, con un incremento anual del orden del 0.3% . Así, por ejemplo, la concentración de CO_2 se ha incrementado en un 25% desde el comienzo de la era industrial, lo cual ha originado un incremento de la temperatura media de la Tierra de unos 5°C durante el último siglo y se estima que incrementos del 100% supondrían un aumento de temperatura en la tierra de entre 1.5 y 4.5°C , lo cual generaría una elevación de entre 10 y 140 cm del nivel del mar, debido a la fusión del hielo almacenado en las Zonas Polares de nuestro Planeta.

Por lo tanto, dada la gravedad y magnitud de las diferentes alteraciones e impactos producidos por el hombre y que ponen en juego el propio concepto de subsistencia, desarrollo sostenido y seguridad, salubridad e higiene, (parámetros básicos para evaluar el nivel de nuestra "sociedad de bienestar"), resulta imprescindible formar técnicos y especialistas en el campo de la gestión medioambiental en sus diferentes y variadas modalidades, que a su vez puedan difundir a nivel social una nueva mentalidad sobre el manejo, uso y disfrute de nuestro entorno.

Con ese objetivo concebimos este máster, ya que estamos convencidos de que lo que muchos aun piensan que no pasa de ser una simple moda medioambientalista es ya, evidentemente, una revolución de las ideas y de la tecnología que cambiará en las próximas décadas el propio concepto de industria y de la propia sociedad. Esta revolución se plasma ya en legislaciones específicas, medidas de control sistemáticas, diseños y modificaciones en procesos industriales e instalaciones, fábricas, etc, que ya son per-se pasos en un camino sin retorno, que abre nuevas vías en la actividad laboral, industrial, empresarial, etc. ya que el sector medioambiental es a medio plazo uno de los que presenta mayor volumen de negocio potencial a nivel mundial.

Como pequeña aportación en este sentido, seguidamente presentamos el extracto-resumen del Master en Gestión Medioambiental cuya primera edición se realizó en la Cámara de Comercio Industria y Navegación de Vigo entre octubre de 1995 y junio de 1996.

Se trata de un breve resumen general del contenido y filosofía de este curso de especialización, que esperamos sirva de guía para los interesados en los aspectos de conservación y gestión del medio ambiente.

Por tratarse de un tema tan variado, complejo, multidisciplinar y novedoso, hemos tratado de sintetizar y resumir de forma adecuada y técnicamente razonable los contenidos, para hacer asequible su comprensión tanto a gran número de personas con muy diversa formación, como a técnicos y profesionales de diferentes campos relacionados con la gestión ambiental.

A continuación, se expone el índice general del máster, seguidamente se presenta una relación de los profesores que lo imparten y, finalmente, se hace un resumen genérico de los contenidos fundamentales.

Vigo 30 de Julio de 1996

**Dr. Luis Ortiz Torres (Dirección)
J.Luis Míguez Tabarés (Coordinación)
D. Pedro Rey (Organización)**

*** * ***

MANUAL DE GESTION MEDIOAMBIENTAL

PROGRAMA GENERAL

Módulos :

E :Ecosistemas Naturales
G :Gestión del Medio Natural
I :Ingeniería Medioambiental
IM:Impacto Ambiental: Alteraciones
EC:Ecoauditoria. Auditoria Ambiental

MODULO E ECOSISTEMAS NATURALES

1. INTRODUCCIÓN A LA ECOLOGIA.

- Historia de la Ecología.
- Niveles de organización biológica y subdivisiones de la Ecología.
- El concepto de Ecosistema.
- Ecología y ecologismo.
- Organismos y ambiente: adaptación, ecotipos.

2. CONCEPTOS BÁSICOS DE ECOLOGIA DE POBLACIONES.

- Concepto de nicho ecológico.
- Concepto de población.
- Organismos unitarios y modulares.
- Construcción y análisis de tablas de vida.
- Curvas de supervivencia.
- Pirámides de edad.
- Crecimiento poblacional. Tipos de interacciones entre los organismos.

3. EVALUACIÓN DE POBLACIONES.

Poblaciones móviles:

- Trampas y dispositivos de muestreo. Métodos de marcaje y recaptura (índice de Lincoln, método de Jolly). Depredación selectiva, depredación progresiva. Estimaciones relativas.

Poblaciones sésiles:

- Cuadros de muestreo. Interceptación lineal. Interceptación puntual. -Método de los cuadrantes centrados en un punto.

4. LA COMUNIDAD.

- Concepto. Características de la comunidad.
- Concepto y tipos de diversidad (índice de Simpson, índice de Shannon).
- Estructura física (estratificación. formas de crecimiento).
- Estacionalidad. Concepto de ecotono.

5. FUNCIONAMIENTO DEL ECOSISTEMA.

- Termodinámica.
- Niveles, cadenas y redes tróficas.
- Esquema de una red trófica generalizada.
- Producción primaria (fotosíntesis, métodos de medida, factores limitantes).
- Flujo de materia en las comunidades (circulación de la materia. ciclos biogeoquímicos, ciclo de elementos en los ecosistemas forestales).
- La sucesión (hipótesis sobre la sucesión y el concepto de clímax, mecanismos involucrados en la sucesión).

6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL: ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.

- Concepto e interés de la bioindicación. ¿Por qué bioindicación?
- Características de utilidad en bioindicación. Limitaciones en el uso de bioindicadores.
- Normas simples en la búsqueda de bioindicadores.
- Lagos. Ríos. Embalses. Contaminación de las aguas.
- Eutrofización (causas, recuperación de lagos eutrofizados).
- Ejemplo práctico: evaluación de la calidad de las aguas de un río.

7. GESTIÓN Y EXPLOTACIÓN DE POBLACIONES: CAZA Y PESCA

- Concepto de rendimiento óptimo. Modelos de explotación (las cuotas fijas).
- Principios para la explotación de las poblaciones (regulación del esfuerzo de explotación, inestabilidad, explotación de un porcentaje, modelos dinámicos).
- La explotación de los bosques.

8. CONTROL DE POBLACIONES DE PLAGAS.

- Concepto de especie plaga.
- Técnicas de control de plagas (objetivos, control químico, control biológico, control genético, control integrado).

9. ECOLOGIA DEL PAISAJE.

- El paisaje como recurso.
- Agentes modeladores del paisaje.
- Metodología de estudio: elementos, componentes, análisis.
- Paisaje y planificación del territorio. Conservación del paisaje.

10. BASES ECOLÓGICAS DE LA GESTIÓN DE POBLACIONES AMENAZADAS.

- Introducción. Causas de la rareza de las especies. La extinción de especies.
¿Por qué se deben conservar las especies?
- La teoría de islas y el diseño de espacios naturales. Epílogo.

MODULO G

GESTION DEL MEDIO NATURAL

1.- ANTECEDENTES HISTORICOS

- El contexto histórico de la conservación de los recursos naturales
 - * Protección de bosques y aprovechamientos forestales
 - * Protección de aguas
 - * Protección de la caza
 - * Protección de recursos piscícolas
 - * Protección de Espacios Singulares

2.- LEGISLACION ESPECIFICA Y SECTORIAL APLICADA A LA GESTION DEL MEDIO NATURAL

- Distintas normas reguladoras aplicables a la gestión de recursos naturales
- Análisis de las distintas normas reguladoras que generan en el territorio espacios singulares de protección especial
- Interacciones y jerarquías entre las distintas legislaciones

3.- PLANIFICACION FISICA - I

3.1.- EVOLUCION HISTORICA

3.2.- EXTENSION DE LOS TRABAJOS

3.3.- ETAPAS DE UN ESTUDIO DE PLANIFICACION FISICA

- Conceptos previos
- Elección de variables
- Elementos del medio
- Escalas - Nivel de detalle
- Toma de datos / Recogida de información
 - Cartografía
- Equipos materiales. Sistemas
- Equipos humanos. Trabajo de equipos.
 - Tratamiento de la información
 - Impacto - Capacidad

3.4.- DIAGNOSTICO

4.- PLANIFICACION FISICA - II

4.1.- FIJACION DE PRIORIDADES

4.2.- FORMULACION DE ALTERNATIVAS

4.3.- MODELOS

4.4.- TOMA DE DECISIONES

- Fijación de criterios
- Cuantificación de los criterios
- Establecimiento de la función criterio

4.5.- ELECCION DE LA ALTERNATIVA

4.6.- OPTIMIZACION

4.7.- CHEQUEO. SEGUIMIENTO Y CONTROL

4.8.- MECANISMOS DE FEED-BACK

5.- PLANIFICACION DE RECURSOS ESPECIALES

5.1*.- PLANIFICACION FORESTAL

- Planes de Ordenación de Montes
- Planes de aprovechamiento

5.2*.- PLANIFICACION DE ESPACIOS NATURALES
PROTEGIDOS

- Tipos de espacios
- Criterios de selección
- Planificación de redes representativas
- Planes de Ordenación de Recursos Naturales
 - Planes Rectores de Uso y Gestión
 - Planes de Uso Público

5.3.- PLANIFICACION URBANISTICA

- Del suelo urbano y urbanizable
- Del suelo de Protección especial

5.4.- PLANIFICACION HIDROLOGICA

- El ciclo hídrico
- Balances Hídricos
- Usos y aprovechamientos
 - Hidrología de cuencas
 - Escorrentía
- Erosión y sedimentación

5.5.- PLANIFICACION DE RECURSOS PISCICOLAS

- Evaluación socio-económica
 - Especies, Técnicas y métodos de aprovechamiento
 - Planes de Ordenación piscícola
 - Plan de aprovechamiento y gestión de especies
 - Plan de aprovechamiento y gestión de especies
 - Planes de recuperación y reintroducción
- residentes
migradoras

5.6.- PLANIFICACION DE RECURSOS CINEGÉTICOS

- Evaluación económico-social
- Especies, métodos de aprovechamiento
- Plan de Ordenación de recursos cinegéticos
 - Plan de Aprovechamientos
- Planes de reintroducción y mejora genética

6.- ARQUITECTURA DEL PAISAJE

6.1.- EL PAISAJE COMO RECURSO NATURAL

6.2.- ELEMENTOS, TIPOS. EVALUACION. VALORACION

6.3.-PLANIFICACION PAISAJISTICA

6.4.- RESTAURACION DEL PAISAJE. ESPACIOS DEGRADADOS

7.- ORDENACION DEL TERRITORIO, ESPACIOS NATURALES

1. Análisis de las distintas normas legales generadoras de áreas naturales protegidas.
2. Exposición de las clasificaciones internacionales sobre zonas protegidas.

8.- GESTION PARQUES NATURALES

1. Introducción
2. Planificación del medio natural
3. Investigación espacios protegidos
4. Financiación precisa para la gestión
5. Legislación aplicada al medio
6. Planificación de la gestión
7. Zonificación espacios protegidos
8. Red de espacios naturales
9. Anexo

9.- TECNICAS Y SISTEMAS DE GESTION MASAS FORESTALES

1. Gestión forestal
2. El plan de gestión forestal
3. Descripción de los métodos de gestión
4. Los sistemas y métodos selviculturales

10.- SISTEMAS DE PREVENCION, PROTECCION DE INCENDIOS FORESTALES

MODULO IN

INGENIERIA AMBIENTAL

UNIDAD 1 :CONTAMINACION ATMOSFERICA

1.- CONTAMINACION ATMOSFERICA INDUSTRIAL

- 1.1.- Partículas sólidas
- 1.2.- Hidrocarburos
- 1.3.- Monóxido de Carbono
- 1.4.- Cloro-fluoro-carbonos(CFCs),destrucción de la capa de ozono(O₃)

Principales gases causantes de la lluvia ácida

- 1.5.- Oxidos de Azufre
- 1.6.- Oxidos de Nitrógeno

Principales gases invernadero

- 1.7.- Anhídrido Carbónico (calentamiento global)
- 1.8.- Metano

2.- FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA PARA REDUCIR LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

- 2.1.- Energía nuclear
- 2.2.- Energías renovables

MODULO ER ENERGIA ENERGIAS ALTERNATIVAS

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y TERMICA

3. ARQUITECTURA BIOCLIMATICA

4. ENERGIA MINIHIDRAULICA

5. ENERGIA EOLICA

6. ENERGIA MAREOMOTRIZ

7. EFICIENCIA Y AHORRO ENERGETICO

3.- TRATAMIENTO Y LIMPIEZA DE GASES EMITIDOS

3.1.- Desulfuración de gases efluentes mediante absorción-atomización secado-

3.2.- Tratamiento mediante torres de lavado

4. TECNOLOGIAS DE DEPURACION.

4.1.- Problemática de la polución atmosférica.

4.2.- Métodos de depuración de gases.

4.3.- Separación y precipitación de partículas.

4.4.- Evacuación a la atmósfera.

5. CONTAMINACION ATMOSFERICA DE TIPO URBANO

5.1.- Combustibles empleados en medio urbano

5.2.- Locomoción: principal fuente de contaminación

5.3.- Reducción de las emisiones de los vehículos

5.4.- Iniciativas de la U.E : El programa Auto/oil

5.5.- Otros combustibles, otros vehículos ?

UNIDAD 2 : RESIDUOS SOLIDOS.

1.- RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

1.1.- Actividades productoras de residuos

1.2.- Tipos de RSU

1.3.- Tratamiento de los RSU

1.4.- Reciclaje

2.- GESTION DE RESIDUOS FORESTALES

2.1.- Sistemas de recolección de Fitomasa residual de origen forestal

2.2.- Procesadoras forestales

3.- PROCESOS DE PRETRATAMIENTO DE LA FITOMASA RESIDUAL

3.1.- Astillado

3.2.- Secado Natural

3.3.- Secado Forzado

3.4.- Molienda

3.5.- Tamizado

4.6.- Densificación

4.7.- Problemática y tecnologías de la densificación a escala industrial

4.8.- Estudio de casos prácticos en el Sector Celulosa y Papel

4.- PROCESOS TERMOQUIMICOS DE CONVERSION ENERGETICA DE LA BIOMASA LIGNOCELULOSICA.

- 4.1.- Combustión
- 4.2.- Gasificación
- 4.3 - Pirólisis
- 4.4.- Calderas
- 4.5.- Quemadores
- 4.6.- Recuperadores

5. RESIDUOS AGRARIOS E INDUSTRIALES, CULTIVOS ENERGETICOS DE CORTA ROTACION.

- 5.1.- Perspectivas de los cultivos agrarios.
- 5.2.- Tipos de cultivos energéticos
- 5.3.- Cultivos forestales

6.- TRATAMIENTO Y RECUPERACION DE RESIDUOS AGROPECUARIOS

- 6.1.- Técnicas de compostaje
- 6.2.- Digestión anaerobia

UNIDAD 3 : CONTAMINACIÓN DEL AGUA

1. POLUCION DEL AGUA.

- 1.1.- Tipo de polución.
- 1.2.- Compuestos contaminantes.
- 1.3.- Efectos de la polución de las aguas.
- 1.4.- El agua como vehículo transmisor de enfermedades.
- 1.5.- Polución de las aguas subterráneas.

2.-TRATAMIENTO Y DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES.

- 2.1.- Contaminantes de las aguas residuales y su eliminación.
- 2.2.- Tratamiento de las aguas residuales.
- 2.3.- Tratamiento previo y primario.
- 2.4.- Tratamiento secundario.
- 2.5.- Tratamiento terciario.

3. TRATAMIENTO DE FANGOS.

- 3.1.- Introducción.
- 3.2.- Fangos procedentes de aguas residuales.
- 3.3.- Fangos procedentes de aguas residuales urbanas.
- 3.4.- Fangos procedentes de aguas residuales industriales.

4. DESINFECCION.

- 4.1.- Generalidades.
- 4.2.- Procedimientos de desinfección de las aguas.

4.3.- Tipos de desinfectantes.

5. AGUAS RESIDUALES URBANAS. EVACUACION DE EFLUENTES LIQUIDOS.

5.1.- Evacuación en aguas residuales.

5.2.- Evacuación al mar.

5.3.- Descripción de las estaciones depuradora de aguas residuales de núcleos urbanos.

UNIDAD 4 :RUIDO AMBIENTAL

4.1. ACUSTICA DEL RUIDO.

4.1.1.- Conceptos generales.

4.1.2.- Niveles de referencia y unidades.

4.1.3.- Medición del ruido.

4.2. CONTROL DEL RUIDO.

4.2.1.- Introducción.

4.2.2.- Niveles de ruido en una planta.

4.2.3.- Medidas de reducción del ruido.

UNIDAD 5 : CONTAMINACIONES ESPECIFICAS

1- RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS (RTP)

1.1.- Filosofía del tratamiento, gestión y manejo de RTP

1.2.- Tratamientos

1.3.- Planes de gestión residuos industriales

1.4.- Gestión aceites usados, filtros de aceites, pilas usadas y aerosoles

1.5.- Gestión de suelos contaminados.

1.6.- Gestión residuos hospitalarios, biológicos y biocontaminantes

1.7.- Gestión residuos agrícolas : plaguicidas y fertilizantes

2. MINERIA, METALURGIA Y SIDERURGIA.

2.1.- Introducción.

2.2.- La minería y mineralurgia en su relación con el medio ambiente.

2.3.- Plantas mineralúrgicas.

2.4.- Plantas metalúrgicas.

2.5.- La contaminación en las plantas siderúrgicas.

2.6.- La industria del cemento

3. PLANTAS DE PRODUCCION DE ENERGIA.

3.1.- El problema de la contaminación en las centrales térmicas.

- 3.2.- Control de los efluentes
- 3.3.- Prevención de la contaminación en el origen.
- 3.4.- Actuación sobre el medio ambiente.

4. INDUSTRIA DEL PETROLEO Y PETROLEOQUIMICA.

- 4.1.- Petróleo y Medio Ambiente
- 4.2.- Producción y transporte
- 4.3.- Refino de petróleo
- 4.4.- Petroquímica básica
- 4.5.- Consumo no urbano

5. INDUSTRIA DEL AUTOMOVIL.

- 5.1.- Introducción.
- 5.2.- Descripción de los principales procesos de fabricación.
- 5.3.- Polución atmosférica, aguas residuales y sólidos.

6 LA GESTION DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS.

- 6.1.- Introducción.
- 6.2.- Clasificación de los residuos activos.
- 6.3.- Criterios para la evacuación y almacenamiento de residuos radiactivos

7. ALIMENTACION.

- 7.1.- Estructura de la industria alimenticia.
- 7.2.- Generalidades.
- 7.3.- Técnicas generales de reducción de la contaminación.

8. INDUSTRIAS FARMACEUTICA Y COSMETICA.

- 8.1.- Introducción.
- 8.2.- Descripción de los principales procesos de fabricación.
- 8.3.- Polución atmosférica, aguas residuales y sólidos.

9. INDUSTRIA PASTERO-PAPELERA.

- 9.1.- Introducción.
- 9.2.- Procesos de la industria pastero-papelera.
- 9.3.- Tecnologías limpias

10.- ACCIDENTES MAYORES

10.1.- Planes de Emergencia Interior.

10.2.- Conceptos básicos sobre accidentabilidad.

Definición de accidentes.

Notificación, Registro e Investigación de Accidentes.

10.3.- Los Accidentes Mayores. Origen de las Directivas Europeas.

Legislación Española.

Estudio de las transposiciones a la L.E. de las directivas comunitarias:

Real Decreto 886/88

Real Decreto 952/90 sobre A.A.M.M

Directriz Básica para la elaboración y homologación de planes especiales

10.4.- Metodos de evaluación del Riesgo.

Listas de chequeo y revisiones de seguridad

Indices de **DOW/MOMD**

Tecnicas HAZOP (Hazard and operability studies).

Método FMECA (Análisis de modos de fallos)

Metodo WHAT-IF

Metodo FTA (Análisis de Arboles de Fallo)

Metodo ETA (Análisis de Arboles de Sucesos)

Metodo HEA (Análisis de Fallo Humano)

10.5.- Riesgos Específicos.

Riesgo de Incendio de Explosión.

Riesgo eléctrico.

10.6.- Desarrollo de caso práctico.

MODULO IM

EVALUACION DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

1.- INTRODUCCIÓN. ANTECEDENTES Y LEGISLACIÓN

- 1.- Antecedentes.
- 2.- Estudio y análisis comparativo de la legislación específica de Evaluación de Impacto Ambiental
- 3.- Legislación sectorial.
- 4.- Procedimiento administrativo de la Evaluación de Impacto Ambiental.

2.- ESTUDIOS DEL MEDIO

- 1.- Introducción.
- 2.- Medio Físico: Componentes y Metodologías de estudio.
- 3.- Medio Socioeconómico y Cultural.
- 4.- Demografía. Sistema económico-productivo. Relaciones territoriales.

3.- IMPACTOS AMBIENTALES

- 1.- Conceptos metodológicos.
- 2.- Identificación de Impactos: Análisis de Métodos y Técnicas.
- 3.- Valoración de Impactos: Análisis de Métodos y Técnicas.
- 4.- Selección de Alternativas y Jerarquización de Impactos.
- 5.- Fuentes y Bibliografía.

4- TIPOLOGIA DE PROYECTOS SOMETIDOS A E.I.A.

- 1.- Introducción.
- 2.- Interpretación, análisis e identificación de acciones y efectos sobre el medio de un proyecto concreto.
- 3.- Fuentes y Bibliografía.

5- MEDIDAS CORRECTORAS

- 1.- Medidas Correctoras sobre el Medio Socioeconómico y Cultural.
- 2.- Medidas Correctoras sobre el Medio Físico.
- 3.- Proyectos de Medidas Correctoras. Casos prácticos:
- 4.- Fuentes y Bibliografía.

6.- RESTAURACIÓN VEGETAL

- 1.- Principios básicos.
- 2.- Tipología de Proyectos.
- 3.- Conceptos básicos y técnicas aplicables.
- 4.- Caso práctico: Elaboración de un Proyecto de Restauración.
- 5.- Fuentes y Bibliografía.

7.- PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL

- 1.- Principios básicos: Objeto y funcionalidad.
- 2.- Aspectos a considerar en un Plan de Vigilancia.
- 3.- Caso práctico de Programa de Vigilancia Ambiental.
- 4.- Fuentes y Bibliografía.

ALTERACIONES DE LOS SISTEMAS NATURALES

1. INTRODUCCIÓN:

- 1.1.- Concepto de Medio Ambiente.
- 1.2.- Concepto de Recursos Natural.
- 1.3.- Concepto de Impacto.
- 1.4.- Concepto de Contaminación.
- 1.5.- Las tres "P" de Kormondy: El Desarrollo Sostenible.
- 1.6.- Concepto de externalidad.
- 1.7.- Valoración económica y ecológica de un impacto.

2. ALTERACIONES DEL MEDIO FISICO:

- 2.1.- Geodinámica.
- 2.2.- La erosión.
- 2.3.- Problemática de costas.
- 2.4.- Contaminación de suelos.
- 2.5.- Influencia de clima.

3. ALTERACIONES SOBRE EL AGUA:

- 3.1.- Diferentes formas del agua.
- 3.2.- Tipos de alteraciones.
- 3.3.- Las cuencas hidrográficas.
- 3.4.- Principales contaminantes: Los vertidos.
- 3.5.- Los acuíferos.
- 3.6.- La escorrentía y la contaminación.
- 3.7.- El caudal ecológico.
- 3.8.- Revegetaciones y recanalizaciones de los márgenes.

4. LA ATMOSFERA.

- 4.1.- Contaminación acústica.
- 4.2.- Contaminación atrnosférica.
- 4.3.- La lluvia ácida.
- 4.4.- Ejemplo: Las emisiones industriales.

5. ALTERACIONES DE LA VEGETACION Y LA FAUNA.

- 5.1.- Cualidades y características a considerar.
- 5.2.- Destrucción de la capa vegetal y contaminación por lluvia ácida.
- 5.3.- Alteraciones en época de cría.
- 5.4.- Introducción de nuevas especies. Repoblaciones forestales.
- 5.5.- Los incendios.
- 5.6.- Las barreras de desplazamiento.
- 5.7.- Protecciones inadecuadas.
- 5.8.- Cambios climáticos.
- 5.9.- El uso recreativo y su impacto.

6. EL PAISAJE:

- 6.1.- Concepto de paisaje.
- 6.2.- Enfoques sobre los estudios de paisaje.
- 6.3.- Las cuencas visuales.
- 6.4.- Calidad del paisaje.
- 6.5.- Valoración del paisaje.

7. ALTERACIONES SOBRE EL MEDIO HUMANO:

- 7.1. - El impacto sociológico.
- 7.2. - Alteraciones en el medio de vida.
- 7.3. - Impactos culturales.

MODULO EC

ECOAUDITORIA O AUDITORIA MEDIOAMBIENTAL

1. ANTECEDENTES Y DEFINICION DE CONCEPTOS.

- 1.1.- Antecedentes.
- 1.2.- Tipos de auditorías: la auditoria medioambiental o ecoauditoría.
- 1.3.- Auditoria interna /Auditoría externa.

2. OBJETIVOS:

- 2.1.- Diagnósis, planeación, control periódico...
- 2.2.- Establecimiento de un "Código de Buenas Prácticas" (C.B.P.).
- 2.3.- Beneficios derivados de la ecoauditoría.

3. ALCANCE Y METODOLOGIA:

- 3.1.- Esquema general ecoauditoria.
- 3.2.- Alcance.
- 3.3.- Metodología.

4. MANUAL MEDIA

5. BIBLIOGRAFIA

RELACION DE PROFESORES

NOMBRE Y APELLIDOS	CURRICULUM
JOSE ANDRES GARCIA	*Ing.Tec.Industrial. *Lic. C. Químicas *Area de nuevos combustibles. REPSOL
FRANCISCO ASENSIO	*Ing. de Minas *Jefe Servicio de *Inspección de la Consellería de Industria.
MANUEL BAO IGLESIAS	*Dr. C. Químicas *Catedrático Univ. de Santiago
J. BARRIONUEVO GIMENEZ	*Dr. Ingeniero de Minas *Prof. Univ. de Vigo
D. JOSE BUELA	*Lic. C. Biológicas *Responsable Dpto. Medio Ambiente ENCE
JUAN CARRASCO GARCÍA.	*Dr. en Biología *Coordinador Nacional de Programas de la U.E. *Jefe de la División de Biomasa del CIEMAT
DÑA NELY CARRERAS	*Dra. en Ciencias Biológicas. *Responsable proyectos de biogas. CIEMAT
ADOLFO CORDERO RIVERA	*Dr. en Biología *Prof.Tit. Univ. de Vigo
JESÚS DÍAZ	*Abogado *Director Revista Punto Crítico.
ROGELIO FERNANDEZ LIZ	*Ingeniero Industrial. *CITROEN
MANUEL MACIAS MIRANDA	*Ingeniero Industrial *Jefe de la División de Energía Solar del CIEMAT
J. LUIS MIGUEZ TABARES	*Ing. Industrial *Prof. Univ. Vigo
MARIANO MOLINA	*Ing. Industrial *Dir.de comunicación ENRESA
JESÚS NOVOA	*Abogado
LUIS ORTIZ TORRES	*Dr. Ing. de Montes *Prof. Tit. Univ. Vigo

NOMBRE Y APELLIDOS	CURRICULUM
ANGEL PAHINO	*Lic. C. Bilógicas *Lab. aguas Xunta
GONZALO PUERTO ARRIBAS	*Ing. de Montes *Dir. Parques Naturales Xunta
ISABEL SALVADOR DEL POZO	*Lic. Geografía e Historia. *Diplomada en Ordenación del Territorio COT XI. *Tecnico Ambiental IUCA
ROSARIO HERAS CELEMIN	*Dra en Físicas. *Jefe Div. Arquitectura Bioclimática. CIEMAT
FERNANDO SANCHEZ SUDÓN.	*Ing. Telecomunicaciones *Dir. Instituto de Energías Renovables.(CIEMAT)
MANUEL TOURON GOMEZ	*Lic. C. Biológicas. *Master en Impactos. Univ. Pol. y Comp. Madrid)
E. VALERO GUTIERREZ	*Dr. Ing. de Montes *Prof. Univ. Vigo
Mª TERESA VAZQUEZ	*Lic. C. Biológicas *Máster en Medioambiente
ENRIQUE SORIA LASCORZ	*Ing. Telecomunicaciones *Jefe Div. Eolica CIEMAT
J. ANTONIO VEGA HIDALGO	*Ing. de Montes *Subdir. Centro Inv. For. Lourizán
RAUL VIEIRA	*Lic. C. Biológicas Responsable SOGARISA

NOMBRE Y APELLIDOS	
JUAN GOMEZ	*Lic. C. Químicas *FOSTER Galicia
JUAN CANOVAS	*Lic. C. Químicas *FOSTER Galicia
J.C. BARRAGAN ZORRILLA	*Ing. Montes *Master en Gestión Medioambiental
EVARISTO RODRIGUEZ	RANDE
MANUEL LARA COIRA	*Ing. Industrial. *IDON S.A.

NOTA.-

Durante los viajes de prácticas de campo y las visitas a industrias se contará con la colaboración docente del personal, técnicos y/o directivos de las diferentes instalaciones, centros, etc.

Seguidamente, presentamos un extracto-resumen de los contenidos fundamentales del máster.

INDICE RESUMEN

E.- ECOSISTEMAS

1.- EXPLOTACION RACIONAL DE LOS ECOSISTEMAS

2.- LA EXTINCION DE LAS ESPECIES

I.- INGENIERIA AMBIENTAL

1.- CONTAMINACION ATMOSFERICA

1.1.- Emisiones atmosféricas perjudiciales para la salud y el Medio Ambiente.....

Destrucción de la capa de ozono(O₃)

Principales gases causantes de la lluvia ácida

Principales gases invernadero

1.2.- Tratamiento y limpieza de gases emitidos

1.3.- Fuentes alternativas de energía para reducir las emisiones atmosféricas

1.3.1.- Energía nuclear

1.3.2.- Energías renovables

MODULO R ENERGIAS RENOVABLES

1.BREVE REFERENCIA HISTÓRICA

2.ENERGIAS RENOVABLES Y CONTEXTO ENERGÉTICO

3.CARACTERÍSTICAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

4.BREVE DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TECNOLÓGICO

5.CLASIFICACIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO

6.CONSIDERACIONES FINALES

1.4.- Soluciones propuestas al problema de la contaminación atmosférica

1.4.1.- Planificación energética basada en la gestión de la demanda.....

1.4.2.- Cogeneración de calor y electricidad.....

2.- AGUAS RESIDUALES	
2.1.- Sustancias contaminantes de las aguas residuales .	
2.2.- Depuración de aguas residuales	
Sistemas convencionales	
2.3.- Posibilidades de generación termoeléctrica	
2.4.- Sistemas avanzados	
 3.- RESIDUOS SOLIDOS	
3.1.- Actividades productoras de residuos	
3.2.- Tratamiento de los RSU	
3.2.1.- Vertido	
3.2.2.- Incineración	
3.2.3.- Pirólisis	
3.2.4.- Compostaje	
El compost en España	
3.2.5.- Reciclado	
Problemática actual del reciclaje ...	
3.2.5.1.- Reciclado de papel y cartón	
3.3.- Comparación de los diferentes sistemas de tratamiento de RSU	eliminación y
3.4.- La biomasa residual como fuente de energía	
3.4.1.- Fuentes de biomasa	
3.4.2.- Procesos y tecnologías de conversión	
3.4.3.- Pretratamiento de la biomasa lignocelulósica	
3.4.4.- Perspectivas de producción y uso	

4.- RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS (RTP)

4.1.- Filosofía del tratamiento, gestión y manejo de RTP..

4.2.- Tratamientos

4.3.- Pesticidas y plaguicidas

4.3.1.- Contaminación por plaguicidas

**Criterios de concentración de pesticidas en el agua superficial para
utilización en suministro público.**

G.- GESTION DEL MEDIO

AMBIENTE NATURAL

1.- CLASIFICACION DE ESPACIOS PROTEGIDOS

1.2.- Bases para la gestión de los espacios naturales protegidos

2.- LA GESTIÓN FORESTAL

1.1.- EL plan de gestión forestal

1.2.- Sistemas y métodos selviculturales

Metodos de explotación de las masas forestales

3.- GESTION CINEGETICA

IM.- EVALUACION DE IMPACTO

MEDIOAMBIENTAL: ALTERACIONES

1.- ELABORACION DE INVENTARIOS DEL MEDIO FISICO

Indice general de una evaluación de impacto ambiental (EIA)

2.- ANALISIS DEL TERRITORIO: Medio físico y socioeconómico

3.- MEDIDAS CORRECTORAS

3.1.- Objeto y modus operandi

3.2.- Eficacia de las medidas correctoras

3.3.- Aspectos de aplicabilidad de medidas correctoras

3.4.- Ejemplo real de aplicación

4.- RESTAURACION E INTEGRACION PAISAJISTICA

4.1.- Objetivos

4.2.- Características del proyecto

4.3.- Características del Territorio

4.3.1.- Factores climáticos

4.3.2.- Factores edáficos

4.3.3.- Factores topográficos

4.3.4.- Factores limitantes

5.- PLAN DE RESTAURACION

5.1.- Consideraciones técnicas

5.2.- Presupuesto

LEGISLACION:

- LEGISLACION EN MATERIA DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

- Legislación nacional

- Legislación Autonómica

- ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO

MODULO E

GESTION DE ECOSISTEMAS

1.- EXPLOTACION RECIONAL DE LOS ECOSISTEMAS

El objetivo final de la explotación de las poblaciones por parte del hombre (caza, pesca, recolección, etc) debería ser mantenerse en la estrecha banda que separa la sobreexplotación de la infraexplotación. Una población que está continuamente sobreexplotada, llegará a la extinción, debido a que se retiran demasiados individuos. Por el contrario, si la población está infraexplotada, la producción puede ser menor de la esperada, debido a problemas de hacinamiento.

Sin embargo, el concepto de rendimiento óptimo desde el punto de vista biológico, se complica cuando se tienen en cuenta las consideraciones económicas. Desde el punto de vista económico, los beneficios actuales son más importantes que los beneficios futuros, y puede ser económicamente lógico sobreexplotar una población, a pesar de las consecuencias de esta conducta sobre el futuro.

Desde un punto de vista biológico, una cierta explotación puede ser beneficiosa para las poblaciones, ya que al disminuir la competencia intraespecífica (por haber menos densidad) la productividad aumenta. Se pueden obtener elevadas producciones de poblaciones mantenidas muy por debajo de su capacidad de carga. Las respuestas en la población explotada dependen de forma crítica de las reducciones de la competencia intraespecífica que produce la explotación.

El principio de explotación de las poblaciones mediante una cuota fija se ha aplicado a menudo. En el caso de la pesca, antes de la temporada se establecen las cuotas para cada país, y cuando se llega a la cuota se paraliza la explotación hasta el siguiente año. Esto provoca una especie de "carrera olímpica" entre los pescadores, por alcanzar rápidamente su cuota. Obviamente este tipo de gestión puede ser muy negativa para las poblaciones si las cuotas no están correctamente estimadas, tal como ha ocurrido con muchas especies de ballenas.

Otro ejemplo es el de la anchoveta en el Perú. Desde 1960 a 1972 esta fue la mayor pesquería monoespecífica del mundo, constituyendo un pilar fundamental en la economía del Perú. Durante todos estos años se pescaron 10 millones de Tm/año. Pero en 1972 se produjo una sobreexplotación y la población quedó muy mermada. Debido a que más de 20.000 personas vivían de la explotación de la anchoveta, no se hizo una moratoria de la pesca, y actualmente las capturas son exiguas.

El riesgo asociado con el modelo de las cuotas fijas, puede reducirse regulando el esfuerzo de explotación. La producción (p) puede considerarse que depende de tres cosas:

$$p = g \cdot E \cdot N$$

donde g es la eficiencia en la explotación; E representa el esfuerzo de explotación (por ejemplo el tiempo dedicado a la pesca o caza) y N es el tamaño de la población. Suponiendo que la eficiencia en la explotación permanece constante, la Figura 3 presenta el cambio en una población bajo tres diferentes estrategias de esfuerzo en explotación.

Escoger un esfuerzo de explotación que determine la máxima explotación sostenible, mediante la regulación del esfuerzo de explotación, es mucho más seguro que establecer una cuota fija. Si la población baja por debajo de N_m , el reclutamiento

excede a la explotación, y la población se recupera. Sólo si el valor de E_m se sobrestima de forma muy exagerada puede llevar a la población a la extinción (E_{ma}). Sin embargo, como hay un esfuerzo constante de captura, la producción varía con el tamaño de la población. La producción será menor que la obtenida en la MES siempre que la densidad baje de N_m . La reacción apropiada en este caso es reducir el esfuerzo de captura ligeramente, o por lo menos mantenerlo constante mientras la población se recupera. La reacción habitual de incrementar el esfuerzo para compensar la reducción en las capturas sería enormemente negativa para la población, pudiendo llevarla a la extinción.

Incluso con una regulación del esfuerzo, la explotación cerca de la MES, puede producir un desastre. La tasa de reclutamiento puede ser particularmente baja en las poblaciones más pequeñas, o la eficiencia en la captura puede disminuir en las poblaciones más grandes. En cualquier caso pequeñas sobrestimas de la E_m pueden producir sobreexplotación o incluso extinción.

Incluso con un esfuerzo de MES, la interacción tiene equilibrios múltiples, que deben ser considerados. Si la población baja ligeramente del nivel de MES, vuelve a este punto porque es un equilibrio estable. Si la densidad baja pero se mantiene por encima de N_i , la población puede volver al nivel de MES. Por el contrario si la explotación determina una densidad por debajo de N_i la captura será mayor que el reclutamiento, y el único equilibrio que la población puede alcanzar es la extinción, dejando a los pescadores/cazadores etc sin nada que explotar.

Este es el punto importante a tener en cuenta sobre los equilibrios múltiples. un cambio pequeño puede determinar repuestas del sistema desproporcionadas, porque el punto de atracción del sistema cambia de un equilibrio estable a otro. Desgraciadamente hay ejemplos de esta situación, como el mencionado antes de la anchoveta, o el del arenque del Mar del Norte.

Una tercera aproximación a la explotación de las poblaciones es la captura de un porcentaje fijo. Este es por ejemplo el modelo utilizado en la caza de ungulados en Arizona y Nuevo México (entre un 15 y un 17% para ciervos y sólo un 2% para el carnero del desierto, que tiene una baja tasa de reclutamiento).

Otro modelo es dejar una cantidad constante de individuos que "escapan" de la explotación, y que deben mantener a la población. Esta es la estrategia más segura, porque es la más sensible a los cambios ambientales. En el caso de que la población baje del nivel de "escape" la explotación debe cesar totalmente. Esta aproximación es la que se usa en la agricultura, donde una cantidad de las semillas quedan para sembrar en la estación siguiente ("escapan"), y todo el sobrante se recolecta (explota).

Los modelos simples descritos hasta ahora ignoran la estructura de la población, y esto es un defecto grave por dos razones. Una porque la tasa de reclutamiento, es en realidad un proceso complejo que engloba la supervivencia de los adultos, su fecundidad, la supervivencia de los juveniles, su crecimiento, etc, y todos influyen sobre la forma de la curva de reclutamiento y por lo tanto sobre la estrategia de explotación. La segunda razón es que en la mayoría de las poblaciones la explotación está dirigida sólo a una clase de organismos (los pequeños de la foca,

los árboles maduros, etc).

Los modelos dinámicos tienen en cuenta estas complicaciones en la estructura poblacional. La estructura general de un modelo dinámico se presenta en la Figura 6. La estrategia seguida en su formulación es siempre la misma: la información disponible (teórica y práctica) se modela para reflejar la estructura de la población. Esto permite estimar la producción y la respuesta de la población frente a distintas intensidades de explotación.

Este tipo de modelos se ha aplicado a la población de bacalao de Noruega. Usando la estructura por edades de la población a finales de los 60, se predijeron los efectos a medio plazo que diferentes intensidades de captura y mallas de diferente tamaño tendrían sobre la productividad. Las predicciones del modelo recomendaban el uso de baja intensidad de pesca y grandes mallas en las redes, porque esto da más tiempo a los peces para crecer y reproducirse. Esto es importante porque la producción se mide en peso, y no en número de peces. Se predijo que altas intensidades, y redes por debajo de 130 mm, determinarían la extinción de la población. Desgraciadamente, estos consejos no se tuvieron en cuenta, y el rendimiento bajó un 45% a los pocos años. A finales de los 80 las poblaciones de éste y otros bacalaos eran muy reducidas.

Las principales razones para la explotación de los bosques son la obtención de nuevas tierras para la agricultura, y de madera para los muebles, construcción y papel. Globalmente grandes superficies forestales son afectadas cada año. Por ejemplo en 1978 20 millones de ha de bosques fueron taladas, mientras que en 1950 se talaron 16 millones, en 1900 10 millones y en 1800 6 millones. Esto indica claramente que el hombre está deforestando a una velocidad vertiginosa. Se estima que aproximadamente un 28% de las 48.7 t/año de productividad primaria neta de los bosques es utilizada por el hombre. Actualmente unos 20 millones de ha son taladas cada año.

La explotación de los bosques puede ser poco intensa cuando sólo se cortan algunos árboles seleccionados, intensa cuando se cortan todos los árboles, y muy intensa cuando se extrae incluso la parte subterránea. Las explotaciones intensas causan una retirada importante de nutrientes. Potencialmente, este efecto puede acabar con la capacidad del suelo para soportar un ecosistema forestal. Usualmente una aplicación de fertilizantes puede solucionar el problema, pero a veces la estructura física del suelo queda tan alterada que su recuperación puede ser muy difícil. Debido a los largos turnos de corta los datos comparativos de producción de ecosistemas forestales después de diferentes talas son escasos, por lo que este efecto es menos conocido que en la agricultura.

En teoría este efecto puede ser muy importante. Una larga rotación podría permitir la recuperación de los nutrientes por la lluvia, fijación de nitrógeno, etc, mientras que una rápida rotación determinaría un empobrecimiento. Este empobrecimiento puede tener lugar también con larga rotación si la intensidad de explotación es muy elevada: retirando las partes subterráneas y aéreas de los árboles, se elimina el doble de nutrientes que si sólo se colectan las partes aéreas. Otro factor a tener en cuenta es la propia velocidad de recuperación del suelo después de la explotación.

La cantidad de nutrientes que son retirados al talar los árboles depende de:

1. la especie de árbol,
2. la edad del bosque, ya que los árboles más viejos acumulan más nutrientes,

3. la fertilidad de la zona,

4. la intensidad de la tala, ya que la retirada de las partes aéreas y subterráneas determina la extracción del doble de nutrientes, aunque sólo aumenta la biomasa en un 30%,

5. el momento del año, especialmente para las especies caducifolias taladas en el momento de dormancia.

Los efectos de la retirada de los nutrientes después de la tala se pueden evaluar con modelos de entrada/salida de materia al sistema. Además de los propios árboles, los compartimentos más importantes en el bosque son (1) la cantidad de nutrientes en el suelo, (2) los nutrientes en las plantas no explotadas (arbustos, herbáceas) y (3) el influjo de nutrientes procedentes de la atmósfera, y los que escapan con las aguas de escorrentía.

Por ejemplo, en un bosque de abedules la biomasa de los árboles completos era 1,4 veces mayor que la de los tallos, es decir, proporcionaría un 40% más de biomasa la retirada de los árboles completos que sólo la extracción de las partes aéreas. Pero la cantidad de nutrientes en el árbol completo era entre 1,9 y 2,6 veces mayor dependiendo del nutriente. Por lo tanto no compensa retirar las raíces, ya que el aporte de biomasa es mucho menor de los nutrientes que se retiran. En este ejemplo los árboles almacenaban el 50% del Calcio del ecosistema forestal, por lo que una retirada total de la biomasa arbórea podría ocasionar problemas de falta de Calcio a corto plazo.

Otros modelos se basan en la simulación del comportamiento del sistema después de la tala, utilizando ordenadores. Las variables utilizadas en la construcción de los modelos son la producción de biomasa y las transferencias de nutrientes entre compartimentos. En todos los casos los modelos sugieren que la recolección de sólo los tallos permite una más rápida recuperación del sistema.

La especie tiene siempre poblaciones de pequeño tamaño o no dominantes.

Las especies que son raras bajo los tres puntos de vista (como por ejemplo el panda gigante), son intrínsecamente vulnerables a la extinción.

Podemos entender la superficie de la Tierra, como un fino mosaico de condiciones y recursos que definen diferentes nichos fundamentales, y representan lugares que son habitables por diferentes especies. Si conocemos bien la ecología de la especie, podemos caracterizar sus "áreas habitables". La rareza de las especies tiene mucho que ver con la de sus áreas habitables. Podemos decir que una especie es rara cuando:

Sus áreas habitables son raras. Por ejemplo, condiciones físico-químicas raras en la naturaleza, pueden tener una flora y fauna especializada a estas raras condiciones. Un ejemplo de este tipo de rareza es el de las plantas adaptadas a los suelos con serpentinización, que presentan una gran concentración de metales pesados. Este tipo de suelos son muy raros a escala global. Ej: Melide.

Sus áreas habitables permanecen habitables durante un corto período de tiempo. Ej: especies adaptadas a las fases iniciales de la sucesión.

Sus depredadores, competidores y parásitos, mantienen sus poblaciones por

debajo de su nivel de carga. Este es un proceso común en los casos de especies cazadas por el hombre.

Sus áreas habitables son pequeñas. Esto es particularmente aplicable a las especies habitantes de islas (no sólo islas oceánicas, si no todo tipo de islas "ecológicas"). Las islas están frecuentemente habitadas por especies endémicas, que no se encuentran en ningún otro lugar del mundo.

Parte de sus áreas habitables están más allá de su rango de dispersión. Esto puede ocurrir también con las especies de las islas.

Sus recursos, aunque son predecibles, están presentes sólo en pequeñas cantidades o relativamente bajas densidades.

Esto se puede aplicar a muchos superdepredadores, habitualmente aves y mamíferos (y por lo tanto muy queridos por los conservacionistas), que se alimentan también de otros mamíferos o aves, y que tienen poblaciones e baja densidad, recorriendo amplias zonas para la búsqueda del alimento. Ej: águila imperial.

La escasa variabilidad genética entre sus miembros limita su adaptabilidad a diferentes hábitats. Muchas de las especies presentes en las listas de especies amenazadas son especies que se reproducen asexualmente.

2.- LA EXTINCION DE LAS ESPECIES

La mayoría de las especies que vivieron sobre la Tierra, están actualmente extinguidas, y han desaparecido "naturalmente" por una u otra razón. Probablemente no pudieron adaptarse a los cambios en su ambiente orgánico o inorgánico, aunque las catástrofes también pueden producir extinción.

Los estudios del registro fósil dejan bien claro que las especies y otros grupos taxonómicamente mayores, han desaparecido reiteradamente. Por ejemplo los Ammonites, Belemnites y Trilobites son órdenes que desaparecieron sin dejar ningún representante. De los 12 órdenes de reptiles descritos, sólo 3 tienen especies vivas actualmente. La tasa de extinción no fue constante a lo largo del tiempo. Existen largos períodos en el registro fósil de tasas más o menos constantes intercalados con unos 9 períodos de extinciones en masa. Así, a finales del período Pérmico, hace 250 millones de años, el 96% de las especies marinas se extinguieron. Otra extinción en masa ocurrió hace 65 millones de años, al final del Cretácico, cuando el 50% de la fauna se extinguió, entre ellos los Dinosaurios.

Los estudios de especies en las islas indican que la probabilidad de extinción es mayor cuanto más pequeña y aislada sea la isla. Pero las extinciones son difíciles de observar en la naturaleza. A veces la causa es una catástrofe climática. Por ejemplo Enrich et al (1972) observaron la extinción de una especie de mariposa (*Glaucopsyche lygdamus*) en las montañas de Colorado (USA) cuando una tormenta de nieve a principios de verano mató su planta nutricia. Otros casos de extinción se documentaron después del aislamiento de ciertas poblaciones.

Podemos por tanto decir que hay dos tipos de fuerzas que llevan a las poblaciones a la extinción: determinísticas y estocásticas. Cuando algo esencial para la especie se elimina o algún tóxico se introduce, esto llevará a la extinción de la

especie. Esto es un ejemplo de los procesos determinísticos. Los procesos estocásticos pueden deberse a (1) variaciones aleatorias en el medio, que impiden la adaptación de la especie; (2) catástrofes, como inundaciones, incendios y erupciones volcánicas; (3) variaciones en las tasas de natalidad y mortalidad, que pueden llevar a períodos de crecimiento negativo, muy peligrosos para las especies con poblaciones pequeñas; (4) problemas genéticos, derivados del alto grado de cruzamiento consanguíneo en las poblaciones pequeñas, que, unido a cambios aleatorios en las frecuencias de los genes (deriva genética) pueden producir una alta vulnerabilidad de la población a la extinción; y finalmente, (5) procesos de fragmentación de la población en subpoblaciones.

Podemos hablar de 4 tipos de razones para conservar la diversidad biológica del planeta:

Valor económico y médico. Muchas especies son utilizadas por el hombre como recursos o para extraer compuestos útiles en la lucha contra las enfermedades. Por ejemplo, la rosa *Catharantus roseus*, una especie nativa de la isla de Madagascar, tiene alcaloides en sus hojas que producen la inhibición de las células cancerígenas, y son muy útiles contra la leucemia. Hacen falta 530 Tm de esta planta para producir 1 kg del alcaloide, que tiene un valor de mercado de 200.000 \$. Dado la velocidad de desaparición de los bosques de Madagascar, esta especie pudo desaparecer antes de que sus propiedades fuesen descubiertas.

Valor estético. Podemos pensar que la vida es algo más que consideraciones económicas. La belleza de muchas especies de animales y plantas es una razón suficiente para su conservación.

Razones éticas. Muchas personas piensan que cualquier organismo tiene su derecho a la vida, independientemente de su utilidad para el hombre. Las preguntas cruciales son (1) si los humanos tenemos el derecho de exterminar a otras especies y (2) si la existencia humana no se verá empobrecida por la pérdida de otras especies.

Importancia ecológica. Las investigaciones realizadas sobre el funcionamiento de los ecosistemas revelan la enorme complejidad de las interrelaciones entre las diferentes especies e individuos en las comunidades naturales. La desaparición de una o más especies puede llevar al sistema a la desestabilización.

La teoría de islas y el diseño de espacios naturales.

Durante los años 70, los estudios de colonización y extinción de islas, se utilizaron para establecer unas líneas maestras de diseño de las reservas naturales. Estos estudios estaban encaminados a establecer las formas, tamaños y grados de conectividad óptimos de las reservas naturales.

Actualmente, el interés está más centrado en el conocimiento de la autoecología, especialmente en los requerimientos de hábitat de la especie, y después tratar de conservar la mayor proporción de este hábitat que sea posible. Además de este tipo de consideraciones, el otro foco de interés actualmente es la genética. Desde hace mucho tiempo ya se reconoció uno de los problemas que pueden surgir en las reservas:

la consanguinidad. Los efectos deletéreos de los apareamientos consanguíneos son reconocidos por los criadores de animales y plantas desde principios de siglo.

Las islas tienen menos especies que superficies comparables del continente. Además, cuanto más pequeña sea la isla, menos especies tendrá. Estas relaciones especies-área, se pueden observar en la Figura 2 para una dos tipos de organismos en islas oceánicas y en la Figura 3 para otro tipo de "islas" (las islas desde un punto de vista ecológico representan cualquier tipo de hábitat rodeado por otro tipo).

Las razones de esta pobreza de especies en las islas están en su pobreza de hábitats y en las dificultades de colonización. Este último efecto se puede observar cuando se comparan las relaciones especies-área para islas de diferente tamaño y para áreas arbitrariamente definidas del continente (Figura 4). Está claro que el aislamiento de las comunidades de otras con características similares tiene un efecto drástico.

El estudio de las islas tiene importantes implicaciones en el diseño de reservas. La primera cosa a tener en cuenta es que un área que se convierte en reserva aislada, tendrá menos especies que antes. En la Figura 5 se presentan algunos de los consejos derivados del estudio de las islas sobre el diseño de las reservas.

1. La primera cuestión es que una reserva grande es mejor que varias reservas pequeñas. Esta recomendación está basada en las relaciones especies-área. Sin embargo, este argumento es más complejo. En primer lugar hay que tener en cuenta no sólo el número de especies sino también la identidad. Las especies más interesantes pueden ser capaces de sobrevivir sólo en un tipo de isla determinado.

2. Forma de la reserva. Se propone que la forma óptima para la reserva es la circular. Esta recomendación está basada en la observación de que las penínsulas tienen habitualmente menos especies que áreas similares del continente, y que el número de especies va disminuyendo progresivamente hacia el extremo de la península. Una segunda razón tiene que ver con el efecto de borde. Las reservas alargadas tienen más perímetro, lo que las hace más caras de mantener (vigilancia) y aumenta las probabilidades de entrada a la reserva.

3. Distancia entre las reservas. Cuando hay varias reservas, el mejor diseño es situarlas lo más cerca posible, ya que esto incrementa las posibilidades de intercambio de individuos entre las reservas, disminuyendo el riesgo de consanguinidad.

4. Corredores. Un grupo de reservas conectadas por corredores es mejor que un grupo aislado. Si tenemos en cuenta sólo el número de especies, esta recomendación se deriva del hecho de que los corredores permitirían la recolonización de las reservas por especies localmente extinguidas. Por otra parte, las especies con grandes rangos de campeo, que no podrían sobrevivir en una reserva aislada, sí lo podrían hacer en un grupo de reservas conectadas. Asimismo, los corredores permitirían reducir el riesgo de consanguinidad. Un problema potencial con los corredores es que facilitarían la propagación de enfermedades, o depredadores introducidos accidentalmente. Por ejemplo, las islas Seychelles tenían en el 1770 14 especies endémicas de aves terrestres. La explotación humana y la introducción de ratas y gatos devastaron las islas. Pero sólo dos especies de aves se extinguieron, en parte porque el archipiélago está no comunicado. Otro argumento en contra deriva de consideraciones genéticas. Algunos autores indican que el aislamiento puede permitir un aumento de la diversidad genética en la especie, al permitir la formación de genotipos locales.

Epílogo

"Es ampliamente reconocido que la mayoría de las reservas existentes son demasiado pequeñas, especialmente para las especies grandes. Incluso las más grandes, que en un principio pudieron parecer adecuadas cuando las especies residentes estaban más o menos ampliamente distribuidas fuera del refugio, parecen ahora precarias debido a que la fragmentación y la destrucción de los hábitats están incrementando la restricción de las especies totalmente a las reservas.

Sabiendo esto, es natural que los científicos intenten detener la destrucción y mantener grandes áreas. Por esta razón, en la fase de biogeografía de islas de la nueva ciencia de la conservación el énfasis se puso en las curvas de especies-área y el colapso de la fauna. Sin embargo, a pesar de este intento, y exceptuando unos pocos éxitos llamativos en la protección de grandes áreas, este esfuerzo está fallando. Las fuerzas económicas y sociales en contra de la conservación son demasiado fuertes: fragmentación, deforestación, contaminación, y otras formas de destrucción de hábitats continúan imbatidas y esto, en la mayoría de los casos, produce extinción. Pronto no quedarán grandes áreas para defender, y la ciencia de la conservación deberá orientarse mucho más hacia la gestión y administración intensivas y menos hacia el establecimiento de grandes reservas.

El pasado foco en la certeza de la extinción en la ausencia de grandes reservas está volviendo a obsesionarnos -si la situación es así de terrible, realmente ¿merece la pena el esfuerzo? Las predicciones de extinciones inminentes en masa a medida que la selva tropical húmeda es fragmentada llevan a la desesperación y sirven de pretexto para no hacer nada. En Israel, las autoridades de Conservación de la Naturaleza gestionan unas 200 reservas, la mayoría de ellas pequeñas, y han sido presionadas para abandonar algunas de ellas ya que la teoría de la biogeografía de islas, como es presentada en la Estrategia Mundial para la Conservación, demuestra que esas áreas pequeñas no son viables como reservas. Newmark (1987) indica que incluso los mayores de los Parques Nacionales Norteamericanos son insuficientes, y perdieron ya un cuarto de sus grandes mamíferos, un argumento prominentemente presente en la prensa popular. Citando la regla de los 50/500, Vaughn (1983) indica que jaguares y águilas no pueden ser conservados en Costa Rica, debido a que la nación no tiene suficientes bosques para mantener los 500 individuos necesarios para una población viable. Su argumento es aceptado sin críticas en un borrador de un documento resumen de la conservación de Costa Rica por la Fundación Neotrópica, Fundación de Parques Nacionales y Programa de Patrimonio Natural. ¿Debemos realmente rendirnos en tales casos? ¡No! Particularmente a la luz de la protección aparente que una estructura de metapoblaciones puede ser capaz de conferir, incluso si está localizada en sitios pequeños y pobremente conectados, tal pesimismo no está justificado en bases biológicas. Newmark pudo sobrestimar enormemente el aislamiento de los Parques Nacionales Norteamericanos y las tasas de extinción de mamíferos. Los tipos de tecnología indicados arriba, más un seguimiento rutinario genético y demográfico, deben hacer la probabilidad de éxito incluso mayor, aunque muy cara. Soulé (1987) indica que no existen casos

desesperados, solamente casos caros." Simberloff

I.- INGENIERIA AMBIENTAL

I.1.- CONTAMINACION ATMOSFERICA

1.1.-EMISIONES ATMOSFERICAS PERJUDICIALES PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

Cuantitativamente, los gases más generados por la actividad humana son el dióxido de carbono y los óxidos de azufre y de nitrógeno. Sus efectos son también los de más amplio alcance, pero existe un buen número de sustancias emitidas en diferentes cantidades que envenenan también la atmósfera y con ella el entorno natural y humano. En este caso, dadas las limitaciones de tiempo, nos centraremos en el estudio de los más importantes desde el punto de vista global:

PARTICULAS SOLIDAS.-

Los gases que se emiten (sobre todo en la combustión de carbón) contienen gran número de partículas en suspensión, procedentes de las cenizas de los combustibles y de los quemados de éstos. Pueden contener metales pesados (vanadio, plomo, titanio, magnesio, sodio...), compuestos orgánicos y ácidos condensados. Según su composición y tamaño tienen un determinado impacto sobre la salud; por ejemplo, los átomos metálicos provocan enfermedades inflamatorias.

Las partículas ácidas atacan y queman las hojas de las plantas, mientras que las cenizas volantes inhiben la fotosíntesis al depositarse en las hojas. Algunas partículas pueden ser retenidas, antes de su emisión a la atmósfera, por precipitadores electrostáticos; sin embargo, no es infrecuente que las centrales que los poseen desconecten los electrofiltros en períodos en que las cenizas son más difíciles de ver (como de noche), para mejorar el balance eléctrico de la central: así se emiten más cenizas de las permitidas aprovechando que no se ven.

HIDROCARBUROS.-

Su composición puede ser muy diversa, variando su presencia según el combustible y la eficiencia del proceso de combustión. Muchos de estos compuestos provocan irritaciones oculares y/o son altamente tóxicos. Así, destacan por su peligrosidad los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), bifenilos policlorados (PCB), dibenzodioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF). El benzopireno es conocido por su acción cancerígena. Las dioxinas son las sustancias más tóxicas y bioacumulativas que se conocen.

MONOXIDO DE CARBONO (CO).-

Es un gas venenoso, producido principalmente en la combustión del carbón. Provoca intoxicaciones y reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno.

CLORO-FLUORO-CARBONOS. (CFCs) DESTRUCCION DE LA CAPA DE OZONO -

Se trata de una amplia familia de sustancias (fluoroclorados), que se utilizan en refrigeración, sistemas anti-incendios, espumas sintéticas, etc.

Estas sustancias tienen la propiedad de liberar un átomo de cloro de sus moléculas bajo la acción de los rayos ultravioleta. Este átomo de Cl se combina fácilmente con un átomo de Oxígeno del Ozono (O_3) y destruye éste en los niveles altos de la estratosfera.

La molécula de Oxido de Cloro es muy inestable y tiende a descomponerse rápidamente, liberándose nuevamente átomos de Cloro. Este ciclo puede repetirse hasta unas 100.000 veces ya que la vida media del Cl es muy larga.

La consecuencia de este fenómeno es la reducción del espesor de la capa de Ozono (zona donde el gas Ozono presenta una mayor densidad) a nivel planetario y la aparición de verdaderos agujeros en las zonas polares.

Se vienen realizando estudios sobre este fenómeno desde hace casi un siglo, pero los primeros investigadores que analizaron las variaciones en concentración del ozono estratosférico achacaron al mal funcionamiento de su instrumental los extraños valores obtenidos en la Antártida.

Más adelante, cuando se pusieron en órbita los primeros ingenios de investigación espacial se volvieron a comprobar estos alarmantes valores, por lo que se comenzó a estudiar este problema de una forma sistematizada.

No obstante, el seguimiento riguroso de cantidades y concentraciones de Ozono (sustancia que tiene la propiedad de absorber radiaciones ultravioleta, que son nocivas para el desarrollo de la vida sobre la tierra) no se ha llevado a cabo hasta fechas muy recientes, por lo que el estudio de datos históricos es muy limitado y, aunque los resultados que se están obteniendo son sumamente preocupantes, no está totalmente demostrado que el principal causante de esta disminución sean los CFCs.

Algunos científicos e investigadores especulan con la posibilidad de que la destrucción de la capa de Ozono en determinadas regiones del Planeta, sea debida a los diferentes periodos de actividad solar (se presentan ciclos de actividad solar del orden de 11 a 15 años). Otros estudios apuntan la posibilidad de que debido a las especiales condiciones atmosféricas que se registran en las zonas polares (bajas temperaturas, estabilidad de las masas de aire, campos magnéticos, etc) se ralentice el movimiento y difusión de los gases y, por tanto, se puedan producir fenómenos anormales (agujeros) en esta capa protectora para la vida.

No obstante, e incluso admitiendo que puedan existir causas naturales que posibiliten este proceso de destrucción del Ozono (actividad volcánica, emisiones de aviones a reacción, etc), el problema es tan sumamente serio que ya se están tomando medidas a nivel mundial para limitar la producción de este tipo de sustancias y de hecho recientemente se han firmado una serie de protocolos internacionales que limitan la fabricación y comercialización de estos productos sintéticos.

De hecho hoy en día se empiezan a sustituir los CFCs por HFCs, es decir

moléculas de síntesis en las que el CL es sustituido por un átomo de H. Estas sustancias de sintéticas como el gas CLEA, que se utiliza ya en sistemas de refrigeración y aire acondicionado permiten evitar el uso de los CFCs.

No obstante, en el tema de los productos halogenados (HALONES) que se emplean en la extinción de incendios todavía no ha sido posible encontrar un sustitutivo técnicamente viable. Sin embargo, se está investigando intensamente en el tema ya que se trata no sólo de descubrir posibles sustitutos, sino que también éstos deberían ser fabricables en grandes cantidades y a un precio relativamente competitivo.

PRINCIPALES GASES QUE PROVOCAN LA LLUVIA ACIDA.- OXIDOS DE AZUFRE. (SO_x)

Son causantes de enfermedades respiratorias, broncoconstricción, irritación de garganta, tos e irritación de ojos.

El azufre esta presente en distintas proporciones según el combustible, destacando por su alto contenido los carbones nacionales y el fuel-oil.

Durante la combustión, a partir del azufre que contiene el combustible se forma dióxido de azufre (SO₂), que una vez expulsado por la chimenea se oxida en condiciones de humedad, formando ácido sulfúrico (SO₄H₂). El mismo proceso con los NO_x, produce ácido nítrico (NO₃H).

Estos ácidos, al mezclarse con el agua de lluvia, provocan la lluvia ácida. también pueden depositarse en forma seca.

Como resultado de la lluvia ácida o de la deposición ácida seca, las plantas inhiben su crecimiento, llegando a perder las hojas y morir. Un estudio del ICONA de 1987 demostró que al menos un 25% de la superficie forestal española está enferma en mayor o menor grado. Además de la muerte de los bosques, se produce la acidificación de lagos y suelos, con liberación de metales pesados, con el resultado de grandes pérdidas en las cosechas.

El dossier de Greenpeace sobre lluvias ácidas "*Si los árboles pudieran gritar...*", publicado en 1988, presentaba el cálculo de las emisiones de SO₂ de cada una de las centrales térmicas españolas. Desde entonces ha llovido mucho ácido, y el SO₂ es reconocido como un contaminante que es necesario eliminar, existiendo diversas técnicas para su reducción y procedimientos para determinar el nivel de emisiones.

Sin embargo, el problema dista mucho de estar resuelto. La gran mayoría de las instalaciones no cuentan con ningún sistema de desulfuración. Desde la administración se propone la construcción de nuevos grupos de combustión de carbón, algunos de los cuales emplearán una tecnología de menor nivel de emisiones de azufre (la combustión en lecho fluidizado). Pero estos grupos sólo vendrán a añadirse a los ya existentes, sobre los que la única actuación que se realiza es la mezcla de combustibles con diversos niveles de azufre.

OXIDOS DE NITROGENO (NO_x).-

Se producen al reaccionar el nitrógeno y el oxígeno del aire a altas temperaturas. Provocan enfermedades pulmonares, congestión e irritación en nariz,

garganta y ojos. Además contribuyen a la formación de nieblas espesas (smog fotoquímico) y activan la formación de ozono en la baja atmósfera (ozono troposférico); por lo tanto, se trata de un gas tóxico altamente contaminante y perjudicial para la vegetación.

El óxido nitroso (N_2O), gas hilarante, participa en la destrucción de la capa de ozono de la estratosfera, que protege la vida de los dañinos rayos ultravioleta solares.

Actualmente, la concentración de NO_2 en la atmósfera es de unas 310 ppb, pero anualmente se generan del orden de 4.4 a 10.5 Tg procedentes de:

OCEANOS.....1.4-2.6 ppb

SUELOS

BOSQUE TROPICAL.....2.2-3.7

BOSQUE TEMPLADO.....0.7-1.5

COMBUSTION.....0.1-0.3

QUEMA DE BIOMASA.....0.02-0.2

FERTILIZANTES.....0.01-2.2

Los principales sumideros son los suelos y la estratosfera, donde anualmente se destruyen entre 7 y 13 ppv, por lo que el incremento atmosférico neto es de unos 3 a 4.5 Tg N/año.

La vida media de este gas es del orden de 150 años, por lo que sus efectos acumulativos a medio plazo pueden ser muy dañinos.

En el siguiente esquema se representa el ciclo de desintegración del nitrógeno atmosférico.

PRINCIPALES GASES INVERNADERO

ANHIDRIDO CARBONICO . (CO_2)-

El calentamiento global del Planeta por el efecto invernadero ha sido calificado como la mayor amenaza que afronta la vida en la Tierra, superada tan solo en sus potenciales efectos por una guerra nuclear total.

Nuestro Planeta está sufriendo un proceso acelerado de calentamiento global, debido a la acumulación en la atmósfera de una serie de gases procedentes de actividades humanas que retienen el calor que recibimos del Sol y el que emite y refleja la Tierra, actuando como un abrigo o un invernadero, por lo que las temperaturas medias globales están ascendiendo a una velocidad nunca conocida por la Humanidad.

Según los científicos del IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático), organismo auspiciado por las Naciones Unidas y que reúne a más de 300 destacados expertos en la ciencia del clima, si no se reducen con urgencia las emisiones de esos "gases invernadero", las temperaturas medias aumentarán en

unos 3°C para finales del próximo siglo.

Una de las consecuencias más temibles del calentamiento global del Planeta es el **cambio climático**: en una atmósfera recalentada, el clima se ve profundamente alterado, aumentando posiblemente la incidencia de ciclones, inundaciones o sequías. Las regiones hoy templadas, como la mediterránea, tienden a convertirse en más calurosas, avanzando así hacia nuestras latitudes enfermedades hoy tropicales, al tiempo que una mayor temperatura y escasez de agua dificultará la supervivencia de numerosas especies, entre ellas árboles y cultivos, agravándose el proceso de desertificación, que en nuestro país es ya una catástrofe nacional.

También el medio marino se vería seriamente afectado, en especial los organismos más sensibles a pequeños cambios de temperatura (estenotermos), como algunos tipos de algas, placton o corales, cuya muerte por "blanqueo" ya se ha detectado en varias regiones.

Otra consecuencia impactante del calentamiento global del Planeta puede ser la subida del nivel del mar (que el IPCC estima en 31 - 110 cm. para el año 2.100). Esto afectaría a numerosas zonas costeras, causando graves daños, pérdida de superficie útil y salinización de acuíferos. Tan sólo unos pocos centímetros de subida supondrían la inundación de numerosas zonas que hoy se encuentran al nivel del mar o por debajo de éste.

Imaginemos las consecuencias para países como Malta, con un 75% de su volumen de agua potable procedente de un acuífero mediano a nivel del mar o los Países Bajos, que desaparecerían bajo las aguas del mar.

Otras regiones como el delta del Nilo, que abarca una quinta parte de la superficie cultivable de Egipto y alimenta a 10 millones de personas, quedarían anegadas por las aguas.

En España, por ejemplo, deberíamos ir olvidando las playas y el turismo (locomotora de nuestra economía).

El principal responsable del incremento del efecto invernadero es el **CO₂ (dióxido de carbono)**, que se produce fundamentalmente en la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) para obtener energía.

También el metano (CH₄) es un poderoso gas invernadero. Sin embargo, y a diferencia del dióxido de azufre y del resto de gases y partículas señalados, el CO₂ no es considerado oficialmente como un contaminante. El CO₂ es el resultado inherente de la reacción de combustión de cualquier compuesto de carbono, como son los combustibles fósiles. Se da la paradoja de que mientras muchos de los reconocidos contaminantes se reducen mejorando la eficiencia de la combustión, lo que se conoce como "quemar mejor", esa misma actuación conduce a una mayor emisión de CO₂: es decir, que cuanto mejor se quema el combustible, menor cantidad de algunos contaminantes se emite, pero mayor cantidad de CO₂ se produce.

De manera que para reducir las emisiones de CO₂ (y hay que hacerlo con urgencia) no es posible aplicar filtros, ni sirve de gran cosa mejorar el proceso de combustión, ni basta cambiar un combustible fósil por otro. La única solución es quemar menos cantidad de combustibles fósiles, es decir producir menos energía. Eso no significa reducir el nivel de vida, si lo que se hace es acabar con el actual despilfarro de la energía, mediante la eficiencia energética e ir sustituyendo estos

combustibles por fuentes alternativas (renovables y limpias).

Desgraciadamente, no son estas las intenciones del Gobierno español, que en el Plan Energético Nacional (PEN) planea para el año 2.000 incrementar las emisiones de CO₂ en un 25%. Adoptar compromisos de limitación de las emisiones de CO₂ es un deber irrenunciable para todo país desarrollado (y no cabe duda de que, en el contexto mundial, España lo es, estando por encima de la media mundial en emisiones per capita de este gas). Pero al no ser reconocido habitualmente el CO₂ como contaminante, no entra en las actuaciones que las administraciones realizan (o dicen realizar) para reducir la contaminación.

Conviene observar que la mayor emisión de este gas se produce cuando el combustible es el carbón, aunque también se emiten importantes cantidades al emplear derivados del petróleo, e incluso con el empleo de gas natural (que no puede calificarse de combustible limpio sino más bien de menos sucio).

DEFORESTACION.-

Una de las principales causas del efecto invernadero es la deforestación abusiva que sufre el planeta. La destrucción de bosques y selvas tropicales reduce la capacidad de fijar el CO₂ atmosférico y la quema de superficies forestales (incendios, incremento de la agricultura y ganadería, etc.) incrementa dramáticamente las concentraciones de carbono en la atmósfera.

Anualmente, se destruyen en el mundo de 3 a 7 millones de Km² lo cual representa el 2.5% de la superficie del planeta. Entre 1.850 y 1.980 las superficies arboladas han sufrido la siguiente variación:

AMERICA LATINA.....	De 1.420 millones de ha a 1.151, (- 19%)
AFRICA TROPICAL.....	De 1.336 a 1.074, (- 20%)
URRSS.....	De 1.067 a 941, (- 12%)
AMERICA DEL NORTE... De 971 a 942,	(- 3.6)
SUR DE ASIA..... De 317 a 180,	(- 43%)
PACIFICO.....De 267 a 246,	(- 7%)
EUROPA.....De 159 a 167,	(+ 4%)
CHINA.....De 96 a 58,	(- 29%)
ORIENTE MEDIO.....De 34 a 14,	(- 60%)
SURESTE ASIATICO.....De 252 a 235,	(- 7%)

De estos datos se deduce que la destrucción a nivel planetario es del orden del 15% de las superficies forestales, pasando éstas de 5.919 a 5.007 millones de has.

METANO CH₄.-

El metano o gas de los pantanos es una sustancia que se produce de manera natural a partir de procesos de degradación anaerobia de la materia orgánica. Es un gas que desprende un olor muy característico y que es explosivo en concentraciones por encima del 15% en el aire.

Es el típico gas que se forma en las zonas pantanosas y de aguas estancadas, en los cultivos húmedos y forma parte del Grisú que se forma en las minas y que

provoca explosiones en las galerías donde se concentra.

Se trata de un importante gas invernadero, pues sus moléculas tienen la propiedad de absorber las radiaciones infrarrojas recibidas del sol o reflejadas en la superficie terrestre, incrementándose así la temperatura.

La concentración actual de este gas es de 1.7 ppm y anualmente se generan unos 525 Tg procedentes de:

ZONAS PANTANOSAS.....100 a 200 Tg

TERMITAS.....10 a 100

OCEANOS.....5 a 20

AGUA DULCE.....1 a 25

HIDRATOS.....0 a 100

ARROZALES.....25 a 170

FERMENTACIONES ENTERICAS.....65 a 100

MANIPULACION DE GAS NATURAL...25 a 50

QUEMA DE BIOMASA.....20 a 80

VERTEDEROS.....20 a 70

MINERIA DEL CARBON.....19 a 50

Los principales sumideros naturales de este gas son los suelos, cuyas bacterias metanotrofas descomponen entre 15 y 45 Tg de metano/año y las reacciones con grupos OH, que destruyen entre 400 y 600 Tg de metano anualmente. Por tanto, el incremento medio en la atmósfera oscila entre 40 y 48 Tg/año.

La vida media de este gas es de unos 10 años, por lo que sus efectos acumulativos son menos importantes que en el resto de los gases estudiados.

1.2.- TRATAMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS GASES EMITIDOS

Asumiendo la imposibilidad técnica, política y económica de sustituir a corto-medio plazo la estructura de abastecimiento energético existente en el mundo hoy en día, las soluciones a corto plazo para reducir y evitar los impactos ambientales que conlleva el consumo de combustibles fósiles es necesario tomar una serie de medidas correctoras, con el fin de reducir la cantidad y concentración de las emisiones hasta alcanzar niveles que permitan la dilución atmosférica y la absorción natural de los contaminantes atmosféricos.

En general, la limpieza de gases efluentes suele realizarse mediante

tratamientos que pueden ser combinados o no. Estos sistemas son:

1)- Tratamiento físico.-

Consiste en el filtrado de los gases para eliminar las partículas sólidas de gran tamaño (polvo, hollín, inquemados, cenizas volantes, etc). Se realiza mediante ciclones, filtros de mangas y precipitadores electrostáticos, en los que se producen descargas eléctricas que ionizan las partículas en suspensión, las cuales son atraídas hasta unas placas metálicas de polaridad inversa. Al cambiar la carga de estas placas se produce la repulsión de las partículas y la precipitación de las mismas.

2)- Tratamiento biológico.-

Es una técnica que se encuentra en fase experimental, aunque los resultados obtenidos hasta el momento son muy esperanzadores. Consisten en el desarrollo, mediante técnicas de ingeniería genética, de cepas específicas de hongos y bacterias especializadas. Estos microorganismos se diseñan a partir de cepas encontradas en lugares donde existen grandes concentraciones de contaminantes (ácidos, metales pesados, etc).

La tecnología empleada para la manipulación genética es muy similar a la que se desarrolla actualmente para combatir las mareas negras en los mares. Es decir se trata de desarrollar microorganismos especializados, que se alimentan y reproducen absorbiendo o reteniendo grandes cantidades de sustancias tóxicas o peligrosas haciéndolas inocuas.

Una vez desarrollada la variedad genética, se inyecta en un medio de cultivo (gel, floculos, etc..) y se introduce en los filtros de las chimeneas.

Indudablemente es una tecnología de gran interés y con un gran futuro en este campo medioambiental.

3)- Tratamiento químico.-

Para inertizar o eliminar las sustancias contaminantes, existen técnicas basadas en poner en contacto el efluente con un medio cuyas características químicas posibilitan una reacción mediante la que las sustancias nocivas reaccionan, formándose una serie de productos inertes o más fácilmente manejables, almacenables o eliminables.

El lavado de gases mediante productos alcalinos está bastante difundido a nivel mundial. Existen técnicas muy variadas que podemos sintetizar en tres grandes grupos: **Sistemas por vía seca, húmeda o semihúmeda.**

La diferencia entre ellos radica en el uso de líquidos como vehículo del agente absorbente. Se emplea uno u otro sistema en función del tipo de producto a tratar, cantidad, concentración y producto final de la reacción.

Así, por ejemplo, si se trata de un producto contaminante soluble en agua, sería conveniente utilizar un sistema por vía seca ya que si empleamos técnicas por vía húmeda estaríamos generando agua contaminada y de difícil tratamiento.

En los sistemas semisecos se introduce el agente rociado con una mínima cantidad de agua que se evapora durante el propio proceso, por lo que el producto

final permanece seco y no se generan líquidos residuales que habría que tratar.

En términos energéticos, los sistemas por vía húmeda son los menos recomendables, pues la energía que se pierde durante la evaporación de parte de ésta reduce la entropía de los gases, pudiendo producirse condensaciones y corrosiones en los materiales en contacto con el flujo. Asimismo, si se pretende aprovechar el calor latente de los gases mediante intercambiadores, resulta más recomendable utilizar un sistema seco en el que las pérdidas de calor son mínimas.

1.3.- FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA **PARA REDUCIR LAS EMISIONES ATMOSFERICAS**

1.3.1.- ENERGIA NUCLEAR:

Puesto que el CO₂ originado por el uso de combustibles fósiles es una de las principales causas del calentamiento global del Planeta, podría pensarse que la energía nuclear, con emisiones de CO₂ mucho menores, pudiera ser la solución a este problema. De hecho, esta idea es el último "recurso" al que se aferran los impulsores de la energía nuclear para mantener su obsoleta tecnología, intentando esconder esta otra energía sucia tras los problemas medioambientales de las centrales térmicas clásicas.

Sin embargo, la energía nuclear, además de peligrosa, cara y contaminante, no puede ser nunca la solución al efecto invernadero ya que, sea cual sea el supuesto que nos planteemos, no podría ser capaz de reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera en un porcentaje suficiente como para detener el

calentamiento global del Planeta. Además, en el supuesto caso de que quisiera lograrse que toda la producción eléctrica fuera generada por centrales nucleares, habría que "sembrar" el Planeta de reactores, a un ritmo imposible de llevar a cabo, con lo que se agravaría enormemente el problema de los residuos radiactivos y se incrementaría aún más el riesgo de accidentes nucleares.

las medidas de eficiencia energética, consiguen mejores resultados que la energía nuclear en la reducción de la demanda de combustibles fósiles. Por cada peseta invertida en medidas de ahorro y eficiencia se evita la emisión de siete veces más CO₂ que con esa misma peseta invertida en nuclear. Eso significa que la eficiencia energética es, al tiempo que más rentable, siete veces más efectiva que la energía nuclear a la hora de combatir el efecto invernadero.

Al margen de estos poderosos argumentos, existen otros de gran importancia que argumentar a la hora de rechazar la energía nuclear: su peligrosidad, sus residuos radiactivos, su impacto radiológico, su nefasta economía, su íntima relación con los usos militares y su tremenda impopularidad.

La peligrosidad de la energía nuclear está demostrada inequívocamente y no haría ni siquiera falta mencionar nombres como Windscale, Harrisburg o Chernobyl. Sin ir tan lejos, el accidente en la central tarraconense de Vandellós-I, en 1989, estuvo a punto de causar una nueva tragedia nuclear, que hubiera afectado gravemente a nuestra costa mediterránea. Los accidentes, debidos a fallos mecánicos o humanos, se añaden a los riesgos del funcionamiento normal. Está claro que la energía nuclear comporta un riesgo desproporcionado, que la convierte en la forma más peligrosa de producir electricidad.

A lo largo del ciclo nuclear se producen millones de toneladas de peligrosos residuos radiactivos de baja, media y alta intensidad. No se sabe que hacer con esos millones de toneladas de desechos generados por la industria nuclear y este problema se deja irresponsablemente a las generaciones venideras; mientras tanto, el subsuelo, la atmósfera, los ríos y los mares continúan contaminándose con estos peligrosos residuos.

Todas las actividades de la industria nuclear generan contaminación radiactiva. La vida de los elementos radiactivos se prolonga durante miles y miles de años, liberando al medio ambiente gases y partículas radiactivas. La radiobiología ha demostrado que ninguna dosis es inocua y resulta evidente que los efectos de la radiación se manifiestan en forma de cánceres, tumores y malformaciones hereditarias, a veces no de forma inmediata, lo que permite a los sectores interesados disfrazar y ocultar tan nocivos efectos.

Por otro lado, la energía nuclear no ha superado la prueba de mercado, resultando una energía enormemente cara, incluso sin tener en cuenta los costes medioambientales y sociales que implica el uso de esta energía. Estos costes externos siempre se han ignorado a la hora de calcular el verdadero coste del kwh nuclear que, por el contrario, ha sido siempre fuertemente subvencionado. Así pues, el precio real del kwh nuclear se ha disparado a un nivel inesperado, siendo mucho más caro que el kwh de origen térmico: entre 13 y 15 pesetas para el nuclear y 9 para el térmico.

Esto ha llevado a que desde hace 15 años se estén abandonando en todo el mundo multitud de encargos y proyectos nucleares, incluso en los Estados Unidos, país pionero en el desarrollo de este tipo de energía, donde los costes reales de construcción se han incrementado 6 veces desde principios de los años 70 y los costes de operación se han multiplicado por tres en la última década.

Así pues, lejos de poder considerarse la solución al calentamiento global del Planeta, o alternativa a las centrales térmicas, la energía nuclear se muestra como uno de los errores tecnológicos, y económicos más graves de nuestro tiempo.

LA FUSION NUCLEAR (fusión o ilusión)

No obstante, conviene recordar que actualmente se investiga activamente la "Fusión Nuclear" (proceso universal mediante el que las estrellas producen energía). Controlando este proceso sería posible generar cantidades fabulosas de energía (mucho mayores que con los reactores de fisión que se utilizan hoy en día) a partir de unos gramos de agua de mar. Además se trata de un proceso en el que no se producen residuos radiactivos, por lo que ésta sería la solución definitiva a todos los problemas energéticos de la Humanidad.

Hace unos años, y de repente, países como USA, Alemania, Inglaterra, Francia e incluso España (CIEMAT-JEN), anunciaron que habían conseguido obtener lo que entonces se bautizó con el nombre de "Fusión Fría". Supuestamente se había conseguido fusionar átomos de en una especie de cubas electrolíticas especiales y aparentemente sencillas. Después de aquel boom informativo nadie ha vuelto a hablar del tema y entendemos que difícilmente es posible creer algo semejante; sobre todo si se tiene en cuenta que el gran reto que plantea el control sobre la fusión nuclear radica en que, debido a las ingentes cantidades de energía que se generan, no existen materiales suficientemente resistentes como para soportar las temperaturas de millones de grados y las enormes presiones que se producen en el interior de los reactores, donde inútilmente, hasta el momento, se trata de confinar esta energía universal.

Por otra parte, y al margen del escepticismo a medio plazo, conviene señalar que, en el hipotético caso de que se pueda llevar a cabo este proceso energético de manera tecnológicamente controlada, ecológica y socialmente segura e industrialmente explotable, sería la primera vez en la Historia que un recurso energético-estratégico de tal envergadura se difundiera a nivel generalizado. Lo más probable es que las potencias con capacidad y recursos para gestionar "el proceso", acapararase la producción y sometieran al resto de los países a una nueva colonización energética, con la consiguiente dependencia y pérdida de autonomía que ello representaría a largo plazo.

Por tanto, parece que lo más prudente es considerar este tipo de tecnologías experimentales como posibilidades relativamente remotas en las que no podemos depositar nuestras esperanzas de solventar las necesidades energéticas a medio plazo.

1.3.2.- LAS ENERGÍAS RENOVABLES

La Naturaleza ofrece con generosidad una gran variedad de fuentes de energía limpias, renovables, eficaces, seguras, sencillas, autónomas y autóctonas. El calor y la luz del Sol, la fuerza del viento, el movimiento del agua de los ríos y mares, la materia orgánica y el calor del interior de la Tierra, abundan a nuestro alrededor, mientras la Humanidad continúa haciendo prospecciones petrolíferas o arriesgándose a romper el átomo.

El potencial aporte de las energías renovables en España ha sido evaluado, según un informe preparado para Greenpeace ("Energías renovables en España: una opción de futuro") en 8.560 Ktep para el año 2005 y 14.100 Ktep para el 2020.

Aplicadas a la producción de electricidad el potencial es de 48,4 Twh en el 2.005 y 89,1 Twh en el 2.020. Es evidente que el porcentaje de demanda cubierto por renovables será mayor cuanto mejores sean las medidas de eficiencia energética para reducir el consumo global.

Que ese potencial llegue a hacerse realidad depende de la voluntad que hoy les falta a los responsables políticos para arbitrar las medidas necesarias. Las

energías renovables y la eficiencia energética continúan siendo las cenicientas (5% del consumo energético nacional total, que se pretende incrementar hasta el 15% en la próxima década) de la planificación energética nacional, encontrándose con una serie de barreras que no son tecnológicas ni energéticas, sino políticas y arbitrarias como que:

?Las inversiones en investigación y desarrollo siguen siendo dirigidas a las energías convencionales, mayoritariamente a la energía nuclear. Así, en 1990 cada español gastó 89 pesetas en energía nuclear y 21 en combustibles fósiles por cada peseta gastada en ahorro energético.

?Los precios de la energía no reflejan el daño medioambiental y social que su uso conlleva, de manera que lo que se ahorra el gran consumidor y derrochador de energía (especialmente las industrias más intensivas), lo pagamos entre todos (como suele ser habitual en estos casos). Las energías sucias tienen unos precios artificialmente bajos, lo que crea unas condiciones muy difíciles para que las energías renovables puedan competir equitativamente.

Un mecanismo para incluir en el precio de la energía esos perjuicios externos es el establecimiento de un impuesto energético, de manera que pague más quien más derrocha. La Unión Europea está intentando tímidamente establecer un impuesto de ese tipo, pero tropieza con las injustificables zancadillas del Gobierno Español. Y a pesar de todo ello, la eficiencia energética y las energías renovables son una realidad que funciona.

Esta filosofía de: " que pague más quien más derroche y quien más ensucie " es perfectamente extrapolable a cualquier aspecto con connotaciones medioambientales y contribuiría a solventar en gran medida el deterioro ambiental y la sobre-explotación de los recursos, o al menos serviría para financiar la recuperación, reciclado, etc.

Puesto que la energía nuclear no es la solución, sino la otra cara del mismo problema de la energía sucia, la alternativa de energía limpia ha de pasar necesariamente por acabar con el despilfarro, a través del ahorro y la eficiencia energética y abandonar progresivamente los combustibles fósiles (y nucleares) reemplazándolos por fuentes de energía renovables, como son las energías alternativas de carácter renovable. Sin olvidar que algunas de estas actuaciones implican un determinado nivel de impacto sobre el medioambiente y en cada caso habrá que sopesar pros y contras para minimizar los impactos ocasionados.

MODULO R

ENERGÍAS RENOVABLES

1.- BREVE REFERENCIA HISTÓRICA

El uso de las energías renovables no es nuevo, sino que antes al contrario, han sido las primeras fuentes energéticas usadas por la humanidad. Sin embargo, las acciones sistemáticas para explotar y desarrollar estas fuentes energéticas, comenzaron hace dos décadas coincidiendo con la crisis energética de principios de los años setenta.

En aquellos momentos, las energías renovables aparecían muy atractivas, tanto para la industria como para las administraciones de los diferentes países. Las expectativas de crecimiento sostenido de los precios del petróleo, unido a la posibilidad de aumentar la diversificación de las fuentes energéticas para reducir la dependencia del petróleo, sustentaban en gran medida el interés antes mencionado.

En ese contexto se iniciaron en muchos países programas importantes de Investigación y Desarrollo de estas fuentes energéticas.

Sin embargo, dos elementos separados propiciaron un relativo descenso del interés por el desarrollo de estas fuentes energéticas que se podía localizar en la década de los ochenta. Por un lado, las expectativas del crecimiento de los precios del petróleo no se cumplieron y las crisis provocadas por una potencial escasez o elevados precios a corto plazo desaparecieron.

Por otra parte algunas expectativas sobre plazo de desarrollo y potencial de penetración no se convirtieron en realidad en algunos casos.

En la actualidad, la situación se puede analizar desde otros puntos de vista.

En primer lugar, ha aparecido con mucha relevancia la preocupación social por el impacto ambiental de los procesos de producción de energía. Bajo esta perspectiva, las energías renovables han de jugar un papel importante, pues de todos es conocido el escaso impacto ambiental que estas fuentes producen en sus procesos de generación.

En segundo lugar, si bien en los países desarrollados, las expectativas de crecimiento de la demanda no es excesiva o preocupante, en los países en vías de desarrollo se puede concluir que, por un lado se parte de una situación de oferta energética muy escasa y por otro lado, de un crecimiento de la población muy significativo.

2.- ENERGÍAS RENOVABLES Y CONTEXTO ENERGÉTICO

La energía es un elemento clave de toda actividad humana y es consustancial al desarrollo de la sociedad. La relación entre consumo de energía y Producto Nacional Bruto, se pone de manifiesto a través de la significativa realidad de que la cuarta parte de la población mundial, que constituyen los países desarrollados, consumen tres cuartas partes de toda la energía primaria consumida en el planeta.

En lo que se refiere a los países desarrollados, se ha observado recientemente una mejora de la eficacia en los procesos de utilización energética que ha mejorado el ratio "intensidad energética" que relaciona el consumo de energía primaria por unidad de PIB. Si bien, esta relativa disminución de las necesidades energéticas a través de mejoras en la eficiencia y el ahorro, hacen prever un crecimiento moderado de la demanda. Los problemas medioambientales asociados a los procesos de conversión de la energía han significado un toque de atención cada vez más acentuado. Los problemas asociados al efecto invernadero, lluvias ácidas o residuos nucleares, significarán a corto plazo, un nuevo impulso al desarrollo de nuevas formas de producción de energía, motivados en esta ocasión, no tanto por problemas en cuanto a la disponibilidad del recurso, como ocurrió a raíz de la crisis energética, sino por aspectos medioambientales y de calidad de vida.

En los países en vías de desarrollo, la situación es bien distinta. El crecimiento de la población así como el incremento de calidad de vida previsible llevará asociado un incremento sustancial de las necesidades energéticas. En esta situación, los modelos de producción energética centralizados en grandes unidades con redes de distribución, no serán los más adecuados, sino más bien sistemas distribuidos en donde el consumo se realice en las proximidades de los centros de producción energética. Esto permitirá articular el crecimiento en pequeñas unidades que no precisen las grandes inversiones requeridas en los procesos de producción centralizados.

3.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Resulta muy difícil generalizar sobre las diferentes tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables sin caer en errores de calificación, ya que existe gran variedad en cuanto a:

- Los recursos disponibles en las diversas zonas del planeta.
- Las tecnologías utilizadas para el aprovechamiento de las distintas fuentes energéticas.
- El grado de desarrollo y penetración que cada una de estas tecnologías ha alcanzado.

Sin embargo, a pesar de todo lo anterior, se pueden citar algunas características comunes:

.El recurso energético, agua, sol, viento o biomasa es un recurso que se encuentra distribuido en amplias zonas del planeta, lo que permite una utilización descentralizada del mismo.

.Las tecnologías de conversión son modulares, lo cual significa posibilidad de implantación en pequeñas unidades.

.Los procesos de conversión energética tienen un reducidísimo impacto ambiental, comparado con las fuentes convencionales.

.La relativa sencillez de los procesos tecnológicos permite un desarrollo autóctono de los mismos con los consiguientes beneficios asociados, relativos a indicadores económicos como balanza de pagos, grado de desarrollo industrial propio, etc.

.El recurso es inagotable y no plantea los problemas que a largo plazo, recursos finitos puedan generar.

4.- BREVE DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TECNOLÓGICO

Las formas de utilización de las energías renovables son muy diversas, tanto lo que se refiere a la tecnología de conversión como a su grado de desarrollo y penetración alcanzado.

La energía solar tiene varias formas de aprovechamiento: pasiva, térmica de baja temperatura, térmica de concentración o alta temperatura y fotovoltaica.

4.1.- Energía Solar Pasiva

El aprovechamiento de la energía solar pasiva, también conocido como arquitectura bioclimática se basa en el diseño arquitectónico energéticamente eficiente, teniendo en cuenta las condiciones del entorno.

La situación actual se podría caracterizar por la existencia de métodos de cálculo y manuales de diseño que proporcionarían las herramientas necesarias para su implantación, siendo necesaria una mayor difusión entre los estamentos implicados en el sector de la edificación: promotores, arquitectos, constructores y usuarios.

Las recientes directivas comunitarias relativas a la exigencia de certificación energética de los edificios, será sin duda un impulso a las técnicas de construcción con criterios de optimización de consumo energético.

El desarrollo de nuevos materiales para la construcción que contemplan aspectos de ahorro energético en la edificación (calefacción, refrigeración e iluminación) es quizá el elemento más novedoso desde el punto de vista de las necesidades de nuevos desarrollos. Existiendo disponibilidad tanto de métodos de cálculo del comportamiento energético de los edificios, como de centros de ensayo de materiales y componentes de la construcción, así como de una adecuada metodología de monitorización de edificios desde el punto de vista energético. Estas capacidades se encuentran actualmente disponibles en el Instituto de Energías Renovables del CIEMAT.

Algunas realizaciones recientemente analizadas a través de medidas experimentales, han validado las expectativas que para el ahorro energético tienen estas tecnologías con valores que oscilan entre el 60 y el 100% de ahorro según los climas y realizaciones.

Se estima que en España, el sector de la edificación puede alcanzar en torno al 20% del consumo total de energía primaria, lo que pone de manifiesto la gran importancia que las técnicas de arquitectura bioclimática pueden tener en el futuro.

4.2.- Energía Solar Térmica de Baja Temperatura

La aplicación más extendida en España de esta tecnología es la producción de agua caliente sanitaria.

La situación actual en cuanto a desarrollo tecnológico se podría definir como una tecnología madura en donde los esfuerzos prioritarios deben ir no tanto a la Investigación y Desarrollo, como al desarrollo de medidas para favorecer la penetración en el mercado.

Dentro de estas medidas, se podrían identificar aspectos como:

a) Incentivos: Fiscales, subvenciones, créditos a bajo interés, mecanismos de financiación por terceros, con devolución del crédito en base al ahorro obtenido, etc.

En España, tanto la administración central como diversas administraciones autonómicas tienen abiertas líneas de apoyo que contemplan alguna de estas medidas.

b) Campañas de promoción y divulgación de esta tecnología al gran público.

c) Exigencia de garantía de calidad a fabricantes e instaladores. Este punto también se contempla en las líneas de apoyo mencionadas anteriormente de las distintas administraciones.

En lo que se refiere a la Investigación y Desarrollo, los esfuerzos se deben

concentrar en:

- Desarrollo de colectores avanzados de vacío o CPC para la aplicación en calefacción.
- Desarrollo de sistemas para integración en cubiertas y fachadas.
- Desarrollo de nuevos sistemas de acumulación.

4.3.- Energía Solar Térmica de Alta Temperatura

La Energía Solar Térmica de Alta Temperatura (por encima de los 300°C), tiene su principal campo de aplicación en la producción de energía eléctrica.

En España se han desarrollado dos tipos de sistemas para concentrar la radiación solar.

- Sistemas de colectores distribuidos con concentradores cilindro parabólicos.
- Sistemas de Torre Central con heliostatos como concentrador.

Estas tecnologías se han desarrollado en España desde el inicio de los ochenta a través de las actividades desarrolladas en la Plataforma Solar de Almería.

Actualmente existen en España dos iniciativas tendentes a realizar las primeras plantas de demostración en cada una de las dos tecnologías utilizando sistemas híbridos con ciclo combinado.

Además de estas iniciativas, en la Plataforma Solar de Almería hay actualmente un extenso programa de desarrollo de componentes, sistemas y aplicaciones de la energía solar térmica de alta temperatura, cubriéndose no sólo los objetivos de producción de electricidad, sino que se abarcan también otras aplicaciones de la energía solar térmica, como desalinización de agua, detoxificación de contaminantes en agua por vía fotocatalítica, ensayo de materiales, etc.

Merece destacarse en este sentido la amplia colaboración internacional que ampara estos desarrollos, tanto a través de la cooperación bilateral entre España y Alemania, como mediante la imbricación de estos proyectos en programas financiados por la Unión Europea con participación de numerosos países.

4.4.- Energía Solar Fotovoltaica

La Energía Fotovoltaica se encuentra en una situación donde existe madurez en la fabricación de células y módulos con tecnologías de silicio cristalino, existiendo dos fabricantes instalados en España. Asimismo, existe un mercado que cubre fundamentalmente los sistemas aislados como electrificación rural, comunicaciones, etc.

El reto que se plantea es ampliar la utilización de la energía fotovoltaica para que alcance una penetración significativa. En este sentido se identifican nuevos nichos de mercado para la implantación, como son:

- Sistemas de apoyo y mejora en líneas eléctricas.
- Sistemas domésticos conectados a red con integración en la edificación.
- Sistemas centralizados de potencia.

Las principales líneas de desarrollo tecnológico para acometer estas nuevas aplicaciones precisan de acciones de I+D como el desarrollo de células de lámina delgada y sistemas de concentración fotovoltaica que produzcan un descenso significativo en los costos de generación de electricidad por vía fotovoltaica.

Actualmente existen dos proyectos piloto de aplicaciones de los nuevos nichos de mercado mencionados anteriormente. El proyecto de instalación fotovoltaica de 150 Kw para mejorar la calidad de la línea eléctrica en la Sierra de María (Almería) y la Central Fotovoltaica de Toledo de 1 MW.

4.5.- Energía Eólica

La energía eólica es probablemente la que ha alcanzado un grado de desarrollo y penetración más significativo entre las energías renovables.

El incremento de la potencia eólica instalada ha sido espectacular, pasándose de los 7 MW instalados a finales de los 90 a los 70 MW previstos para finales del 94.

En España hay dos fabricantes con tecnología nacional, salvo en las palas, y otros dos con transferencia de tecnología de otros países, disponiéndose de máquinas con potencias de hasta 300 Kw.

Recientemente se han iniciado dos proyectos de desarrollo de máquinas de 500 Kw así como un proceso de desarrollo de palas con tecnología nacional para incorporarlo en uno de ellos.

El potencial de aprovechamiento de la energía eólica en zonas de alto potencial se estima en 2.400 MW, por lo que existe campo para un crecimiento de la actividad en esta área con tecnología nacional, siempre que se arbitren los mecanismos legales que garanticen los contratos de venta de la energía eléctrica en unas condiciones razonablemente estables.

4.6.- Biomasa

Dentro de este apartado cabe considerar tanto los materiales lignocelulósicos de residuos forestales, agrícolas, los cultivos energéticos y los residuos urbanos o para su conversión en calor, electricidad o combustibles líquidos para el sector transporte.

Actualmente se producen 24 MTep año de los cuales 2,4 MTep son consumidos para calefacción y cocina por el sector doméstico y 1,6 MTep por el sector industrial en instalaciones de cogeneración y producción de calor, estando ambos mercados dominados por el autoconsumo.

En total, suponen el 90% de todas las energías renovables descontando la hidráulica de más de 5 MW.

Actualmente estamos asistiendo a la aparición de iniciativas para la creación de plantas de generación eléctrica de biomasa residual y energética, utilizando tanto la combustión, como en procesos más avanzados, la gasificación de biomasa.

La Política Agraria Común de la Unión Europea que obliga a abandonar los temas para cultivos alimenticios, ofrece una oportunidad excelente para utilizar las tierras en cultivos energéticos con los beneficios añadidos de desarrollo agrario a través de estos mecanismos.

5.- CLASIFICACIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO

A la hora de analizar las diferentes tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables, encontramos un amplio abanico que va desde tecnologías competitivas hasta otras diez veces más caras que las fuentes convencionales.

Se podría establecer una clasificación en tres categorías:

a) Económicas (en algunos emplazamientos): Tecnologías que tienen un grado de desarrollo elevado y son viables económicamente en algunos mercados y emplazamientos.

Para una mayor penetración se requieren algunas mejoras tecnológicas y producciones masivas para conseguir efectos de economía de escala.

Entre estas podríamos citar:

.Colectores para agua caliente sanitaria que sustituyan la electricidad o para calentamiento de piscinas.

.Sistemas solares pasivos para el sector residencial.

.Sistemas eólicos pequeños y medianos.

.Sistemas fotovoltaicos remotos.

.Combustión directa de biomasa para calor y electricidad.

.Digestión anaerobia de algunos residuos.

b) Comerciales con incentivos: Son aquellas tecnologías que existen en el mercado pero son competitivas con las tecnologías convencionales sólo con tratamientos preferenciales como subvenciones, incentivos fiscales, etc.

Dentro de este grupo podríamos citar:

.Colectores solares para calefacción y agua caliente sustituyendo fuel o gas.

.Plantas solares de producción de electricidad con colectores cilindro parabólicos.

.Sistemas pasivos solares no residenciales.

.Biocombustibles, alcohol y aceites.

c)En desarrollo: Son aquellas tecnologías que necesitan un mayor desarrollo para aumentar su eficiencia, fiabilidad o costes para llegar a ser comerciales. Estos desarrollos pueden comprender, tanto desarrollo de materiales, componentes o sistemas, como plantas piloto para clarificar potenciales problemas técnicos, y plantas de demostración para ilustrar problemas de rendimiento y comercialización.

Dentro de este grupo podemos citar:

.Refrigeración solar pasiva.

.Centrales solares térmicas.

.Centrales solares fotovoltaicas.

.Sistemas eólicos grandes > 1 MW.

.Gasificación de biomasa.

6.- CONSIDERACIONES FINALES

A la vista del análisis anterior, se puede concluir que las energías renovables tienen una serie de características positivas y un grado de desarrollo en muchos casos maduro; sin embargo, la realidad de su implantación es aún escasa.

Algunas consideraciones cabrían hacer sobre el porqué de esta situación. Para aquellas tecnologías que son competitivas, la única razón hay que encontrarla en el carácter de "nuevas". La inercia en los sistemas de producción y los hábitos de consumo hacen difícil la penetración de nuevas tecnologías en el sector como el energético.

Por otra parte, estas tecnologías tienen que competir en el libre mercado. Los costos externos de la energía, generalmente no son tenidos en cuenta a la hora de compararlas con las energías convencionales. Entre estos costos externos, podríamos citar: los efectos de la contaminación ambiental, el efecto invernadero, el hecho del beneficio que supone para las economías nacionales la producción propia de la energía y la disminución de las importaciones. Si todos estos aspectos se tuvieran en cuenta a la hora de analizar los costos de las diversas fuentes de energía, el balance de la implantación de las energías renovables sería, sin duda, mayor del que actualmente representa.

Los intentos puestos en marcha recientemente a nivel comunitario y en Estados Unidos, para introducir estos conceptos en la evaluación de los costes de las diversas fuentes energéticas, significarían sin duda un nuevo impulso al desarrollo de estas fuentes. De esta forma, la opción renovable tendría cada vez más peso dentro del abanico de opciones, contribuyendo a una mayor diversificación de la oferta energética.

1.4.- SOLUCIONES PROPUESTAS AL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

1.4.1.- PLANIFICACION ENERGETICA BASADA EN LA DEMANDA

La errónea elección de fuentes de energía contaminantes e insostenibles pone en evidencia la necesidad de reemplazar estas fuentes por otras limpias y renovables. Sin embargo, para que esa sustitución se haga realidad hay que poner límite al crecimiento ilimitado en el consumo de energía y al actual despilfarro energético.

De poco serviría el esfuerzo de cambiar las fuentes de abastecimiento energético convencionales por otras renovables si estas tienen que dedicarse a satisfacer un consumo desenfrenado: las renovables no llegarían nunca a poder cubrir esa demanda siempre creciente, pero aunque lo hiciesen, seguirían produciendo una energía que se despilfarra, es decir tendrían que seguir produciendo mas energía de la que realmente se necesita.

El enfoque tradicional de la planificación energética se basa en la oferta: ante una demanda que crece, se responde aumentando la producción de energía; el objetivo es, pues, producir más energía. Por el contrario, una planificación energética que no quiera verse ahogada en su propio fracaso debe basarse en la gestión de la demanda: si el consumo de energía es cada vez mayor, el objetivo debe ser reducir esa demanda energética.

En esto se basa la llamada "planificación a mínimo coste" o "planificación integrada de recursos". Lo que la sociedad necesita no es la energía en si misma, sino los servicios que esta comporta. Por tanto lo que hay que aumentar no es la producción de energía sino la eficiencia energética: proporcionar mejores servicios consumiendo menos energía.

Las posibilidades de mejora de la eficiencia energética son enormes, tanto en los sectores productores y transformadores como, y muy especialmente, en los consumidores de energía (industria, comercio, servicios, doméstico). La realidad a la que nos enfrentamos está dominada por el derroche energético: gran parte de los problemas medioambientales debidos a la energía son causados por una energía que no se aprovecha, sino que se desperdicia; de manera que estamos contaminando, en muchas ocasiones, para nada...

Según el informe de Greenpeace *"Ahorro y Eficiencia Energética: planificación eléctrica para España"*, el ahorro potencial de electricidad utilizando las tecnologías disponibles más eficientes en cuanto a consumo energético, podría llegar a alcanzar valores del orden del 50% del consumo total. Parece obvio que este ahorro supondría una importante mejora de nuestra Balanza de Pagos y en último término redundaría en el sostenimiento de la "Sociedad del Bienestar".

Parte de ese ahorro es conseguible directamente por los consumidores domésticos, eligiendo los aparatos menos despilfarradores. Pero muchas veces el consumidor no sabe cuales son los electrodomésticos mas adecuados desde el punto de vista medioambiental. Para ello es necesaria la normalización de un etiquetado obligatorio indicativo del consumo y la eficiencia en todo aparato.

Pero la elección consciente de los consumidores no es suficiente, pues en muchas ocasiones la elección sólo es posible entre aparatos "malos" y "peores". Para que la oferta del mercado mejore, en términos de eficiencia energética hacen falta medidas reguladoras, como la imposición de límites máximos de consumo energético por aparato.

1.4.2.- COGENERACIÓN DE CALOR Y ELECTRICIDAD

La obtención de energía eléctrica de forma convencional se realiza por vía hidráulica o mediante la transformación de un combustible de tipo fósil o nuclear. En estos dos últimos casos el rendimiento térmico que se obtiene oscila alrededor del 30-35%. Es decir, de cada 100 unidades de energía potencial del combustible, únicamente unas 30 llegan al usuario en forma de electricidad. El resto se pierde en los humos de la combustión y/o en los sistemas de refrigeración de la central.

El principio de la cogeneración se basa en que el usuario de una unidad obtiene mediante combustión energía mecánica capaz de accionar un generador eléctrico, a la vez que la energía térmica disipada se utiliza como tal para cubrir necesidades de calefacción doméstica o industrial en el sentido más amplio de la palabra. De esta forma el rendimiento térmico puede alcanzar cifras cercanas al 80 y hasta el 95%.

Estas unidades se denominan de cogeneración. Básicamente existen tres tipos:

- Caldera y turbina de vapor.
- Turbina de gas.
- Motor de combustión interna.

Las instalaciones de cogeneración deben cumplir con los requisitos siguientes:

1. Coexistir con el sistema convencional de obtener electricidad de una compañía de servicios y quemar un combustible comprado, para la generación del calor necesario. Es decir, no hay que pretender la autonomía energética total. El sistema de cogeneración funcionará en paralelo con el sistema convencional de modo que éste apoye a aquél en caso necesario o sistema de emergencia.
2. Dimensionado adecuado para que el propio usuario utilice todo el calor y toda la electricidad generados, evitando excesos que impliquen a terceros o no sean susceptibles de poder ser aprovechables. Esto es básico en el caso de la generación de electricidad, pues, hoy por hoy, no parece rentable el vender ésta a las compañías eléctricas frente a las lógicas exigencias de calidad que ellas imponen. Si bien, hoy en día se ha convertido en un atractivo negocio debido a que la ley obliga a las compañías a comprar este tipo de energía (autogenerada o cogenerada) a un precio político que es el más alto de Europa.
3. Simplicidad y fiabilidad del sistema para reducir al mínimo la atención requerida por el usuario. Es evidente que estos requisitos suponen una limitación a la potencia autogenerada, pero esta limitación se ve compensada por ventajas adicionales de difícil valoración.

Las instalaciones de cogeneración o de "energía total", así concebidas, son complementarias para la obtención de energía, que permiten:

1. Ahorrar energía primaria y disminuir costes energéticos.
2. Asegurar una capacidad mínima de energía eléctrica en caso de fallo del suministro exterior de la compañía.
3. Posibilidad de compensar la energía reactiva de la instalación del usuario,

disminuyendo la cuantía de la factura eléctrica.

El primer punto es evidente, ya que una instalación de energía total bien planificada producirá cada unidad de energía eléctrica a un coste similar al de la unidad energética de combustible, si el calor generado se aprovecha en su totalidad. Esto es importante cuando los usos mayoritarios de la energía eléctrica son los destinados a iluminación, como es el caso de un establecimiento de tipo público .

ECONOMÍA DE LA COGENERACIÓN

Un sistema de cogeneración o de energía total es tanto más eficiente cuanto mayor sea la cantidad de calor recuperado. En el caso de recuperar todo el calor, el consumo adicional de calor para producir un kwh en el alternador eléctrico sería del orden de las 1.100 kcal que contrastan con las 2.500-3.000 kcal/kwh necesarias en una central térmica convencional.

Evidentemente, un factor importante en la economía de los sistemas de energía total es el coste de la inversión en equipos, que puede situarse entre los siguientes valores:

- Motores alternativos de gas: 90.000-120.000 ptas/kw,
- Turbinas de gas: 75.000-110.000 ptas/kw,

cuando las potencias eléctricas instaladas son del orden de 500 a 1.000 kw. Naturalmente en cada caso es preciso realizar un análisis energético pormenorizado orientado a obtener una visión lo más exacta posible del programa horario anual de funcionamiento del establecimiento en conjunto. En ningún caso es admisible hacer estimaciones aventuradas o trabajar con consumos promedio.

Puesto que el funcionamiento de establecimientos no industriales viene condicionado por las condiciones climáticas del lugar de implantación hay que partir de un conocimiento detallado de las frecuencias horarias de temperaturas, humedades, nubosidad, etc.

Ello quiere decir que el auxilio de un sistema informático para el análisis del funcionamiento del recinto es prácticamente obligado.

Como reglas generales para conocer la rentabilidad de una aplicación de cogeneración pueden darse las siguientes:

1. La aplicación exige necesidades de calor a temperaturas inferiores a 500° C. Naturalmente éste es el caso de recintos no industriales.
2. La cogeneración se utilizará como mínimo durante unas 4.000 horas anuales. Este valor va a depender de la relación entre las necesidades eléctricas y las totales.
3. Las necesidades de potencia eléctrica son superiores a los 500 kVA. Esta cifra se supera fácilmente cuando existen instalaciones de climatización (potencia eléctrica de ventilación y de refrigeración).
4. Las necesidades de combustible son del orden de las 106 kcal/h, incluyendo calefacción y producción de ACS (agua caliente sanitaria).

5. Se requiere un generador eléctrico de emergencia. Se comprende que el coste de este equipo obligado debe descontarse del coste de inversión del equipo de energía total.

I.- 2.- AGUAS RESIDUALES

Los primeros intentos de depuración de aguas residuales nacen antes de la era industrial, con el empleo de fosas sépticas para controlar los vertidos procedentes de unidades familiares o comunidades reducidas.

Una fosa séptica retiene las aguas de vertido durante un cierto tiempo, en

el que su población microbiana degrada parte de su carga orgánica, reduce considerablemente la demanda bioquímica de oxígeno y elimina parcialmente los posibles gérmenes patógenos que puedan existir. Son, aún hoy día, verdaderas plantas depuradoras que funcionan sin costos de energía, sin productos químicos y que lo único que consumen es gran cantidad de tiempo.

Como consecuencia de la industrialización de la sociedad, aparece el crecimiento de los núcleos urbanos y su consumo de agua. La infraestructura sanitaria comienza a trasladar el problema a los mares, los ríos y los lagos. Sin embargo, aunque los núcleos urbanos existían realmente mucho antes de aparecer la industria, el consumo de agua por habitante era tan extremadamente bajo que el problema no tomaba dimensiones preocupantes.

Un curso de agua como un río, mantiene una concentración de oxígeno determinada, que depende de diversos factores tales como temperatura, velocidad del cauce, etc. De acuerdo a esta concentración y otros factores ambientales, se establece un ecosistema en el que conviven animales y plantas. Cuando una masa de agua residual se mezcla con las aguas del río, el oxígeno disuelto presente facilita el desarrollo de cierto grupo de microorganismos, que biodegradan la materia orgánica contaminante, sirviendo a su vez de alimento a organismos superiores para seguir una cadena trófica. Por ello, si el proceso se realiza sin descenso notable del oxígeno disuelto presente y en ausencia de biocidas, la descarga no sólo no contamina, sino que incluso resulta una fuente de nutrición.

Si la demanda de oxígeno de la descarga es alta, el equilibrio se rompe y en poco tiempo desaparecen una serie de especies. Pero si la descarga es excesiva, el río se queda sin oxígeno y aunque no se convierte en lo que se suele llamar un río muerto, la vida aerobia desaparece, dando paso a nuevas formas de vida anaerobia.

Cuando en los primeros años del presente siglo se decide hacer frente a este problema mediante métodos aerobios, la fuente de inspiración es el mecanismo de biodegradación natural. De esta forma, Andern y Lockett en 1914, desarrollan en Inglaterra el proceso de fangos activos, llamado así por la producción de una masa activa de microorganismos capaz de estabilizar un residuo por vía aerobia.

En este proceso, el ambiente aerobio se logra mediante aireación de la masa de agua con turbinas o difusores, facilitando el desarrollo de los microorganismos que forman una masa de fangos. Una vez que el agua ha sido tratada en el reactor, el fango activo se separa del agua en un tanque de sedimentación. Parte de los sólidos biológicos sedimentados son retornados al reactor y el exceso es eliminado. Las variaciones desarrolladas para este proceso original se adaptan a cada uno de los problemas particulares de cada caso pero conservan en su base el mismo fundamento.

De forma general puede decirse que, a medida que fue surgiendo el problema de polución, se fue creando una tecnología anti-contaminación, tendente a aplicar técnicas de vanguardia con el fin de reducir el problema al mínimo y retornar el medio ambiente a su situación original. La tecnología desarrollada utiliza procedimientos físicos, químicos y biológicos, así como combinaciones de ellos.

En la actualidad, y dentro del marco industrial, comienza a hablarse de vertido cero, o lo que es lo mismo, se preconiza un reciclado total del agua dentro de las industrias como única solución al problema.

2.1.- SUSTANCIAS CONTAMINANTES DE LAS AGUAS RESIDUALES

Se define como contaminante aquel producto que puede producir una alteración perjudicial de las propiedades físicas, químicas y biológicas del medio ambiente. Para su estudio los contaminantes pueden dividirse en dos grandes grupos: agrupados y específicos.

Los primeros son los formados por familias de compuestos tales como aceites, grasas, fenoles. Los que se presentan bajo estado físico o con propiedades comunes (sólidos en suspensión, disueltos y totales, coloides, materia decantable, etc.); o los que tienen efectos químicos o biológicos similares (D.B.O., D.Q.O., ácidos, alcalís, etc.).

Los contaminantes específicos son aquellos que producen un efecto contaminante singular y determinado. Dentro de este grupo son innumerables los elementos a tener en cuenta (CN, As, Pb, Ag, Cr, Hg, etc.).

CONTAMINACIÓN ORGÁNICA

Grandes Municipios 80 gr*/habitante y día
Municipios Medios 70 gr*/habitante y día
Pequeños Municipios 60 gr*/habitante y día

(*) gr de demanda biológica de oxígeno.

CONTAMINACIÓN EN MATERIA SUSPENDIDA

Municipios Grandes 80 gr*/habitante y día
Municipios Medios 70 gr*/habitante y día
Municipios Pequeños 60 gr*/habitante y día

(*) gr de sólidos suspendidos, de los cuales un 70% son volátiles.

Las aguas residuales pueden ser tratadas en una primera clasificación mediante dilución, inyección en el terreno o concentración

Dilución.

La dilución puede efectuarse con las aguas de refrigeración y con las del cauce receptor, de forma que la concentración final del contaminante sea lo suficientemente baja como para producir el menor daño al entorno.

Inyección en el terreno.

En realidad, no es una forma de eliminación, siendo más bien una acumulación en el subsuelo. Este tipo de eliminación puede ser llevada a cabo en áreas que posean estratos de rocas sedimentarias (arenas, dolomitas, etc.) entre capas totalmente impermeables. La inyección en el terreno debe utilizarse sólo cuando no sean eficaces otros métodos de eliminación, ya que es una forma potencial de contaminación.

Concentración.

Los diferentes procesos de concentración o tratamiento de las aguas residuales son los más usuales, dada la poca aplicabilidad de las técnicas de dilución y la peligrosidad de inyección en el terreno.

2.2.- DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

Son muy diversos los tipos de contaminantes que se presentan, y el tratamiento genérico que normalmente se aplica es el de su concentración. En efecto, dado el elevado nivel de contaminación que normalmente presentan los efluentes líquidos, no es posible el tratamiento por dilución o por inyección en el terreno. Aquí, se expondrán los tratamientos de concentración, que usualmente se aplican a las aguas residuales urbanas.

El tema de la depuración de las aguas residuales industriales no se aborda en profundidad dada su elevada especificidad.

Los efluentes líquidos industriales presentan, efectivamente, contaminantes de muy diversa índole, por lo que se diseñan unidades depuradoras que pueden diferir mucho de unas a otras.

En primer lugar, se exponen los sistemas convencionales normalmente aplicados para la depuración de aguas urbanas. También se exponen las posibles medidas a aplicar para un máximo aprovechamiento energético.

SISTEMAS CONVENCIONALES.-

El proceso de depuración de aguas residuales incluye diversas operaciones que normalmente se denominan tratamientos. Así, los diferentes tratamientos existentes se dividen en: previo, primario, secundario o biológico, terciario y diversos.

Mediante los tratamientos previo y primario se eliminan fundamentalmente los sólidos en suspensión; mediante el secundario, la materia orgánica disuelta, así como restos de sólidos en suspensión que no fueron eliminados en el tratamiento primario. Con el terciario se pretende la eliminación de todos aquellos contaminantes no retenidos en los tratamientos anteriores, fundamentalmente los contaminantes en forma de sólidos disueltos.

La desinfección tiene por objeto la destrucción selectiva de bacterias y virus patógenos presentes en el agua y se utiliza en combinación con cualquier grado de tratamiento. Dentro de la categoría de tratamientos diversos se incluyen la oxidación-reducción, la precipitación, etc., que tienen como fin la eliminación de un elemento particular, perfectamente definido y que no puede ser eliminado por otros tratamientos.

TRATAMIENTO PREVIO.-

El tratamiento previo consiste en la eliminación de cuerpos de gran tamaño (trapos, maderas, plásticos) con la finalidad de proteger los equipos de la planta de tratamiento.

Dentro de este apartado se incluye la separación de las partículas de gran tamaño y densidad, que pueden producir sedimentaciones en las líneas o desgastes en los equipos por abrasión.

Los equipos que se utilizan para este tratamiento previo son: rejas, desarenadores y dilaceradores.

El consumo energético de este tipo de tratamiento es relativamente bajo, y se centra en el consumo eléctrico necesario para accionar los elementos mecánicos.

TRATAMIENTO PRIMARIO.-

El tratamiento primario tiene como finalidad la separación por medios físicos de los elementos en suspensión, que no se han podido eliminar ni retener durante el tratamiento previo, así como las grasas y aceites.

Las operaciones unitarias normalmente utilizadas en el tratamiento primario son: separación de grasas y aceites, sedimentación, floculación, flotación y filtración.

El consumo energético, variable de una operación a otra, es relativamente bajo.

TRATAMIENTO SECUNDARIO.-

El tratamiento secundario sirve para eliminar la materia orgánica que no ha sido retirada en los tratamientos previo y primario. Se fundamenta en desarrollar el crecimiento de los microorganismos capaces de asimilar la materia orgánica a la que transforman en nuevos microorganismos insolubles, fáciles de separar del agua por decantación. Por realizarse con microorganismos, se denomina tratamiento biológico y consiste en favorecer, en condiciones controladas, las leyes naturales de autodepuración de los cauces receptores.

La presencia en el cauce de materia orgánica biodegradable en exceso produce un aumento de la demanda de oxígeno y una disminución de la presencia de este elemento en el agua, con lo que la vida animal se ve afectada.

Las reacciones bioquímicas se pueden clasificar en tres grandes grupos, según los microorganismos que las llevan a cabo:

- Reacciones aerobias (en presencia de oxígeno)
- Reacciones anaerobias (en ausencia de oxígeno)
- Realizadas por microorganismos que actúan indistintamente según uno u otro de los mecanismos anteriores y conforme a las condiciones del medio.

Los procesos de oxidación biológica se pueden llevar a cabo, con cualquiera de los siguientes sistemas, según las condiciones de cada caso:

- Balsas de estabilización sin aporte de aire
- Lagunas aireadas con aporte de aire y largos tiempos de estancia
- Lodos activos con aporte de aire y cortos tiempos de estancia
- Digestores anaerobios (en ausencia de aire).

El tratamiento más extendido, especialmente en el tratamiento de aguas residuales urbanas, es el de los lodos activos. Este tratamiento requiere un elevado consumo eléctrico por parte de los compresores de aire.

TRATAMIENTO TERCIARIO.-

En el caso de que el efluente de un tratamiento secundario se muestre insuficientemente depurado como para ser vertido, se aplicarán las técnicas agrupadas bajo el nombre de tratamiento terciario.

Fundamentalmente, se lleva a cabo para eliminar la materia orgánica no depurada en el tratamiento biológico, la no degradable y/o las sales inorgánicas disueltas.

Una de las características más importantes del tratamiento terciario es la posibilidad de la reutilización del agua tratada.

Dentro del concepto de tratamiento terciario se incluyen la adsorción, intercambio iónico, ósmosis inversa y precipitación química. También se incluye, a veces, la desinfección.

Se conoce por desinfección el proceso por el que se destruyen los gérmenes patógenos que pueden estar presentes en el agua residual. El proceso se realiza por medios físicos, como son:

- Elevación de la temperatura

- Rayos UV

- Medios químicos (adición de productos como el cloro, bromo, yodo, ozono, permanganato potásico, etc).

Además de los indicados, existen en la actualidad una serie de procesos como extracción líquido-líquido, la evaporación, la congelación, la irradiación, etc., cuya aplicación al tratamiento de aguas residuales se está desarrollando.

El tratamiento terciario se aplica muy escasamente en el tratamiento de aguas residuales urbanas. Generalmente, su aplicación está restringida a la depuración de aguas industriales urbanas. El consumo energético es muy variable dependiendo de la operación específica de que se trate.

TRATAMIENTOS DIVERSOS.-

Dentro de esta denominación se incluyen una serie de procesos que sirven para eliminar contaminantes específicos como: cianuros, cromatos, mercurio, etc., y que no están encuadrados en ninguno de los tratamientos mencionados anteriormente.

En general, se recurre a procesos de neutralización, precipitación u oxidación-reducción. Estas operaciones pueden ser llevadas a cabo en cualquier fase del tratamiento.

2.3. - POSIBILIDADES DE GENERACION TERMO-ELECTRICA.-

El proceso de fangos activos es el más utilizado para la depuración de aguas residuales urbanas. Es un tratamiento secundario donde el agua que llega a esta ha sufrido previamente un desbaste y desarenado (con lo que se han eliminado los grandes cuerpos en suspensión), así como un tratamiento primario (en el que se han eliminado los demás materiales en suspensión).

En el proceso de lodos activos la materia orgánica disuelta es degradada (depurada) por la acción de microorganismos que la utilizan como alimento en presencia de aire. Como consecuencia, estos microorganismos crecen y se reproducen, por lo que deben ser eliminados.

Estos lodos son susceptibles de ser tratados con aprovechamiento energético mediante el proceso de digestión anaerobia de materia orgánica mediante el que se produce biogás, que es una mezcla de metano (60%) y dióxido de carbono (40%). Así, al digerirse los lodos en exceso se produce un gas combustible, que puede utilizarse con fines energéticos.

En el caso de las estaciones depuradoras, el biogás se usa para quemar en una unidad cogeneradora. Esta consiste en un motor similar al de un coche que acciona un generador eléctrico. El motor se refrigera por agua y el agua caliente se emplea en la calefacción del digestor (generación de energía térmica). La energía eléctrica generada se aprovecha para accionar los motores de los compresores.

Una estación depuradora con este tipo de digestores puede reducir su consumo energético hasta valores del 70% de la que se consumiría en el caso de que no existieran .

2.4.- SISTEMAS AVANZADOS.-

El tratamiento de aguas residuales urbanas es un proceso costoso, incluso aplicando técnicas de cogeneración termo-eléctrica al biogás generado en la digestión anaerobia de los lodos producidos en exceso. Para reducir este coste, se están investigando nuevos procesos entre los que cabe destacar, por su bajo coste de explotación, los sistemas avanzados de digestión anaerobia de aguas residuales.

El proceso de digestión anaerobia directo de aguas residuales es un sistema en el cual la materia orgánica del agua es degradada, produciendo biogás. El principal ahorro es la ausencia del proceso de oxidación biológica por lodos activos que consume una gran cantidad de energía en los compresores de aire.

Para realizar este proceso es necesario disponer de digestores especiales. En efecto, las aguas residuales tienen una concentración de materia orgánica mucho menor que la que poseen los lodos activos o los residuos sólidos urbanos. Esto hace que sea preciso disponer de una gran cantidad de biomasa dentro del digestor para que se pueda realizar la degradación.

Los digestores son, pues, especiales. Así, parecen adecuados los de tipo de manto de lodos, up-flow anaerobic sludge blanket y los de lecho fluidizado. El flujo entra por el fondo y atraviesa una capa (un manto) de microorganismos anaerobios que degradan los contaminantes orgánicos. La parte superior tiene una disposición geométrica especial, de manera que el agua depurada sale libre de materia en

suspensión.

Actualmente existe en funcionamiento uno de estos sistemas en Cali (Colombia), donde el clima cálido favorece al proceso. No obstante, se sigue investigando para solventar problemas aún no resueltos.

DIGESTIÓN ANAEROBIA

La digestión anaerobia no es un proceso nuevo. Tuvo su desarrollo en el siglo XIX, pero, tras la Segunda Guerra Mundial, los tratamientos aerobios y terciarios fueron los grandes protagonistas en cuanto al procesamiento de residuos. Sin embargo, y con la reciente crisis energética, la digestión anaerobia ha tomado un nuevo auge, al ser un proceso energéticamente favorable.

Tradicionalmente, la digestión anaerobia se ha utilizado para el tratamiento de residuos líquidos con o sin sólidos suspendidos, como, por ejemplo, excrementos de animales, fangos procedentes de tratamientos biológicos o fisicoquímicos, etc. Las referencias sobre trabajos de investigación o instalaciones son innumerables. Sin embargo, existen grandes cantidades de residuos sólidos con alto contenido en materia orgánica, como pueden ser los residuos agrícolas y, en especial, los residuos sólidos urbanos que, comparativamente, han sido poco estudiados y que podrían producir substanciales cantidades de biogás mediante digestión anaerobia.

La digestión anaerobia es un proceso en el que la materia orgánica es degradada por la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno, obteniéndose como producto final gaseoso una mezcla de metano y dióxido de carbono.

La degradación de la materia orgánica a metano en un medio anaerobio es el resultado de la actividad combinada de una población bacteriana muy variada, consistente en diversos grupos y géneros de bacterias estrictas y facultativas.

Estos grupos son, principalmente, los siguientes:

- ?Bacterias hidrolíticas.
- ?Bacterias acetogénicas.
- ?Bacterias metanogénicas.
- ?Bacterias homoacetogénicas.

Cada grupo incluye numerosos tipos de bacterias y realiza una labor específica. Por ejemplo, las bacterias hidrolíticas rompen las grandes moléculas, mientras que las metanogénicas producen metano a partir de moléculas de acetato.

Existen tres intervalos de operatividad para la digestión anaerobia. El psicrófilo, con temperaturas inferiores a 20-25°C; el mesófilo, entre 30 y 40°C y el termófilo, entre 50-60°C. Normalmente los digestores anaerobios operan a 35°C.

Existen diversos tipos de digestores como:

- Tanque agitado.
- Flujo en pistón.

- Filtros anaerobios.
- Manto de lodos.
- Lecho fluidizado.
- Digestores de dos fases.

El proceso de digestión anaerobia representa, en definitiva, un proceso energéticamente favorable, puesto que no sólo no requiere un aporte energético, sino que produce biogás combustible.

ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA DE BIOGAS.-

El interés por la digestión anaerobia se despertó en Europa en los años 40 cuando, a raíz de la II Guerra Mundial, las fuentes de energía escaseaban. Este interés fue decayendo por el consumo creciente de los combustibles fósiles.

A partir de la crisis del petróleo de 1973 resurgió el interés en la metanización en los países europeos: se impulsaron programas de investigación y desarrollo y se construyeron plantas industriales. Desde entonces, y hasta la actualidad, el objetivo energético inicial que impulsó el desarrollo de la digestión anaerobia, se ha ido transformando en un objetivo de depuración.

La evolución de la digestión anaerobia en Europa se puede seguir a través de los informes que ha publicado la Comisión de las Comunidades Europeas, recogiendo la experiencia de los distintos países.

Actualmente, el número de digestores a escala industrial en el continente europeo es de unos 1.000, sin incluir los digestores de lodos urbanos. En los países de la Unión Europea el número existen más de 700.

El volumen total de los digestores de la Unión Europea se estima en unos 61.500 m³, con un volumen medio de reactor de 500m³. De acuerdo con los informes de la Comisión Europea, la digestión anaerobia se difundirá aún más en el ámbito del medio ambiente, considerando como ventajas adicionales la obtención de energía y la menor producción de lodos.

En Estados Unidos, excepto los digestores construidos en las plantas de aguas residuales urbanas, no existe realmente una fuerte demanda de plantas de biogás, comparable a la europea.

Con respecto a los países en desarrollo, China tiene el mayor número de digestores, estimado en más de dos millones. Son digestores de tecnología sencilla implantados en zonas rurales; su capacidad media es de 10 m³ y suministran la energía que se emplea para fines domésticos y el efluente se utiliza en agricultura.

En España, desde 1981, se ha venido desarrollando a nivel estatal un programa de digestión anaerobia financiado por los ministerios de Industria y Agricultura, con el fin de promover en nuestro país la utilización de este proceso y desarrollar distintas tecnologías. El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y las Comunidades Autónomas han apoyado también la construcción de plantas

industriales. Es posible que el número de instalaciones crezca notablemente a medida que se hagan cumplir con rigor las normativas de vertidos actualmente vigentes.

I.- 3.- RESIDUOS SOLIDOS

3.1.- ACTIVIDADES PRODUCTORAS DE RESIDUOS SOLIDOS

Todos los problemas ambientales, y especialmente los derivados de la contaminación del aire, del agua o del suelo no son nuevos, puesto que prácticamente aparecieron con el hombre. En especial este problema se hace realmente perceptible en nuestros municipios en el caso de la producción de residuos urbanos sólidos y líquidos y en los medios precisos para su eliminación.

La producción en volumen y peso y la composición de los residuos sólidos urbanos está directamente ligada con el nivel de vida, disminuyendo el contenido orgánico a medida que aumenta el desarrollo económico de la zona.

La inquietud por la gestión de los residuos municipales está muy generalizada, de manera que son muy pocos los municipios en los que la eliminación de basuras y la depuración de sus aguas residuales no suponen un grave problema técnico, socioeconómico y ambiental.

En España, estos problemas se agravan enormemente en muchas poblaciones al recibir en determinadas épocas del año una cantidad de visitantes que supera incluso a la población fija residente normalmente. Los residuos generados por la población estacional pueden representar, en muchas ciudades turísticas o veraniegas, un volumen diez veces superior al producido en la temporada normal por la población residente.

TIPOS DE RSU.-

Existen diversas clasificaciones: por su fuente de producción, por el tipo de materiales que forman los residuos, por las posibilidades de tratamiento común

o de utilización y otros sistemas; pero en general se suele distinguir entre residuos sólidos urbanos, agropecuarios, industriales y mineros.

El reglamento que desarrolla la ley sobre desechos y residuos sólidos urbanos hace una clasificación atendiendo a la fuente de producción, a su naturaleza y a las posibilidades de tratamiento y establece los siguientes grupos:

Grupo A

- Domiciliarios.
- Comerciales y de servicios.
- Procedentes de limpieza viaria, zonas verdes y zonas recreativas.

Grupo B

- Animales muertos.
- Productos decomisados por razones sanitarias, sin perjuicio de la normativa específica que, en cada caso, es de aplicación en los supuestos de delito, falta o infracción administrativa.
- Los derivados de actividades sanitarias procedentes de hospitales, clínicas, ambulatorios, laboratorios de análisis clínicos, laboratorios de investigación biológica y establecimientos similares (como determinadas industrias farmacéuticas, que generan residuos de tipo biológico) y aquellos enseres que de acuerdo con la legislación sanitaria deben ser destruidos.

Grupo C

- De construcción y obras menores de reparación domiciliaria .

Grupo D

- Muebles, electrodomésticos y otros enseres domésticos, procedentes del abandono.

Grupo E

- Los resultantes de las actividades industriales de desguace de vehículos, automóviles, material ferroviario, buques y aeronaves.

Grupo F

- Residuos industriales destinados al abandono que, en cualquier estado físico, se recojan o depositen en recipientes y que preceptivamente no puedan ser vertidos en redes de alcantarillado público, suelo, subsuelo, cauces públicos o litoral.

Grupo G

- Residuos pastosos, fangos y lodos de proceso, incluyendo los procedentes de las instalaciones de depuración de efluentes líquidos o gaseosos.

Grupo H

-- Otros residuos industriales y agropecuarios destinados al abandono, no incluidos en los grupos anteriores.

Grupo I

-- Aquellos residuos cuya recogida, transporte y tratamiento corresponde a los Ayuntamientos, de acuerdo con lo establecido en la Ley de Régimen Local y demás disposiciones vigentes.

Para cuantificar el volumen de producción de residuos sólidos urbanos, las ciudades españolas pueden ser divididas en 4 grandes grupos:

-- Ciudades con más de 1.000.000 de habitantes, que producen 0,9 kg de basura por habitante al día.

-- Ciudades con población superior a 100.000 habitantes, que producen unos 0,75 kg por habitante y día.

-- Ciudades comprendidas entre los 20.000 y 100.000 habitantes, producen del orden 0,65 kg por habitante al día.

-- Ciudades con menos de 20.000 habitantes, producen 0,55 kg por habitante al día.

Así, las ciudades comprendidas entre 20.000 y 100.000 habitantes, que en España son unos 136 municipios, agrupan una población aproximada de 6.300.000 habitantes, lo que da lugar a una producción anual de 1.500.000 toneladas de basura.

Las ciudades con población superior a 1.000 habitantes e inferiores a 20.000, incluyen unos 3.300 municipios con una población de unos 13.200.000 habitantes, lo que significa una producción anual de 2.600.000 toneladas.

3.2.- TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS Y SU POSIBLE APROVECHAMIENTO

Los residuos sólidos urbanos en España son en su gran mayoría eliminados mediante su deposición en vertederos. Este tratamiento, cuando el vertedero está especialmente adecuado recibe el nombre de *vertido*.

Otra posibilidad en uso es la *incineración* para la producción de energía térmica y/o eléctrica. Aunque la inversión original sea elevada, desde el punto de vista energético es el tratamiento con el que más rendimiento obtiene.

Por otra parte, el tratamiento de *compostaje*, representa una forma de aprovechamiento de los residuos al ser devueltos al medio natural. En este sentido se enmarca dentro de los tratamientos más generales de reciclaje.

Finalmente, en *Otros tratamientos* se contemplan posibilidades como la *digestión anaerobia*.

3.2.1.- VERTIDO.-

Aparte del vertido libre, que no puede considerarse como una vía de tratamiento puesto que es un simple abandono, los residuos sólidos urbanos pueden ser depositados de forma controlada.

El vertido controlado consiste en la deposición de las basuras en terrenos idóneos para ello, normalmente alejados de los núcleos urbanos. Periódicamente se realiza un recubrimiento con materiales inertes y se toman un conjunto de medidas de control.

Un vertedero se considera controlado cuando se toman las medidas oportunas para evitar todo lo que pueda ser nocivo o molesto para la población. El establecimiento de un vertedero controlado implica la utilización de unos medios técnicos y la observación de reglas constitutivas del núcleo central de un proyecto de vertedero controlado.

Se pueden considerar tres operaciones básicas para la marcha de un vertedero:

- a) Los residuos se depositan en el área de trabajo.
- b) Los residuos se extienden en capas delgadas y se compactan con maquinaria pesada.
- c) Las capas de residuos se recubren con tierra, que posteriormente se compacta.

OPERATIVIDAD DEL VERTEDERO.-

Los residuos se extienden y compactan en capas dentro de un área definida, formándose lo que se denomina célula o estructura básica. Una serie de estas células adjuntas forman una terraza y, en general, un vertedero está compuesto por una serie de terrazas acumuladas una sobre otra.

Las dimensiones de una célula dependen de la cantidad de residuos que se vierten diariamente, de la densidad que se logra en la compactación (suele ser de 500 kg/m³) y de la dificultad en la obtención de material de cubierta. No obstante, debido a la influencia de residuos en el asentamiento final del terreno, la práctica aconseja que las alturas de las células no superen los 2,5 m. Otro límite es la inclinación de los taludes de las células, que viene condicionada por las posibilidades de trabajo de la maquinaria pesada y la posibilidad de erosión de la zona. La pendiente oscila entre 20 y 40°.

El recubrimiento del residuo es el límite que diferencia una célula de otra y que facilita la sanidad y estética de vertedero. De esta forma, limita la propagación

de malos olores e incendios, impide la entrada de roedores y otros animales, evita el vuelo de papeles y mejora el aspecto externo del vertedero. Existen tres tipos de capas de recubrimiento: la diaria de 15 cm, la intermedia, en aquellos casos en los se prevé un período limitado de reposo para las capas, de 30 cm; y la final de 70 cm como mínimo.

EQUIPAMIENTO.-

Las operaciones de un vertedero controlado requieren maquinaria pesada para manipular los residuos y el material de recubrimiento así como para efectuar los trabajos de mantenimiento.

El tipo de maquinaria dependerá del número de toneladas que se deben tratar diariamente. La base de partida es la necesidad de conseguir una densidad de residuos de al menos 500 kg/m^3 . Dentro de los distintos equipos (tractor de cadenas, compactador, etc.) disponibles para un mismo fin se opta por uno u otro en función del método empleado.

En general, la elección de la maquinaria dependerá, entre otros factores, de la topografía del terreno, dimensiones del vertedero y del método de formación de las capas. Cada caso debe ser motivo de un estudio objetivo, que justifique la elección de un modelo determinado.

MORMAS PARA LA INSTALACION DE UN VERTEDERO CONTROLADO.-

Contaminación del agua:

Todo vertedero debe prever, antes de su puesta en funcionamiento, las siguientes normas e instalaciones:

- a) Elección de un emplazamiento geológicamente adecuado .
- b) Instalación de drenaje de todos los líquidos que circulen por el vertedero.
- c) Instalación de un sistema de tratamiento o evacuación de los lixiviados.

Asentamiento:

La descomposición de los residuos reduce gradualmente el volumen de los mismos (apelmazamiento), originando descensos de la superficie de los vertederos. El asentamiento depende del tipo de residuo, de su grado de compactación y de si la fermentación es aeróbica. Como consecuencia deben considerarse los factores mencionados a la hora de seguir un tipo de metodología de vertido.

Producción de gases peligrosos:

En la fermentación anaerobia las bacterias producen la formación de CH_4 y CO_2 . Por otro lado, en la fermentación aerobia, las bacterias provocan a la

formación de CO_2 . La viabilidad de un vertedero viene condicionada por el control del movimiento y disipación de estos gases. Los métodos de prevención o control de este desplazamiento suele hacerse a través de un drenaje permeable o de una barrera impermeable.

CONTROL DE GASES.-

El consumo de energía, cuando se opta por esta solución, es realmente bajo y corresponde a la gastada en el transporte, maquinaria para la preparación del terreno y por la estación depuradora, caso de existir.

No obstante, hay posibilidades de aprovechamiento energético en un vertedero basadas en extraer el biogás que se produce de forma natural y espontánea.

Aprovechamiento energético.-

La descarga de residuos sólidos urbanos en vertederos, viene acompañada de reacciones complejas en las que intervienen los propios residuos, el agua de lluvia que se infiltra en la masa de los residuos y el sustrato propio del vertedero. Debemos distinguir entre estas reacciones: 1) las que son de tipo físico-químico y provocan solubilización de productos contaminantes. 2) las de degradación biológica de la materia orgánica, que se realizan por vía aerobia o anaerobia según las condiciones del medio.

Como consecuencia directa se produce gas y lixiviados (que son el resultado de la disolución o arrastre por las aguas de lluvia de sustancias minerales u orgánicas procedentes de los residuos).

Fermentación aerobia

Se produce en presencia de oxígeno, que oxida la materia orgánica. Se caracteriza por un fuerte aumento de temperatura de los residuos (del orden de 60°C). Se origina al cabo de unos días del vertido y se forma un gas compuesto de anhídrido carbónico, amoníaco y vapor de agua. En vertederos controlados con compactación y recubrimiento regular de los residuos dura solamente algunas semanas.

Fermentación anaerobia

En ausencia de aire se forman unos microorganismos que, por medio de unas reacciones complejas de óxidoreducción, forman anhídrido carbónico y metano.

La composición y caudal del gas varía con el tiempo. La producción registra su valor máximo a los pocos meses del vertido, estabilizándose posteriormente durante años. La proporción de metano es del orden del 60% y el Poder Calorífico Superior (P.C.S.) es de unas 5.500-5.600 kcal/Nm³.

3.2.2.- INCINERACION.-

La incineración de los RSU constituye un sistema alternativo de eliminación, con una reducción muy importante (del orden del 90%) del volumen de residuos.

El proceso aprovecha el poder calorífico de las basuras (del orden de 1.200 kcal/kg) para generar vapor en una caldera. Este vapor se expande en una turbina para producir energía eléctrica mediante un generador.

Las etapas principales del proceso son las siguientes:

- Recepción de los RSU. Carga del horno.
- Combustión en el horno.
- Enfriamiento de gases. Producción de vapor.
- Tratamiento del vapor.
- Recogida de cenizas y escorias.
- Sistemas de recuperación.

Posibilidades de ahorro de energía en plantas incineradoras

En la gestión de una planta incineradora de basuras, existen varias posibilidades para conseguir el máximo aprovechamiento energético. Así, y con referencia a la caldera de vapor, deberá procederse a la recuperación de todos los condensados y, en lo posible, a la recuperación de las purgas, mediante la consiguiente vaporización súbita. El vapor producido en esta operación se envía al desgasificador mientras que el agua residual todavía puede intercambiar calor con alguna corriente fría de la planta (agua de aportación, intercambiador de calor para las duchas de la planta, etc.).

Otras posibilidades se centran en el aprovechamiento máximo del contenido energético de los humos procedentes de la combustión de los residuos. Esto puede realizarse intercambiando calor con el aire de combustión.

El tiempo de recuperación del capital dependerá, entre otros parámetros de rentabilidad, de la temperatura de los humos.

Finalmente, la adecuada gestión de todos los motores eléctricos, de forma que operen con un rendimiento óptimo indispensable para obtener el máximo provecho energético de la planta.

3.2.3.- PIROLISIS.-

Es un proceso por el cual la materia orgánica de los RSU sufre una descomposición química por medio del calor (550-1.100°C) y en ausencia o déficit de aire para producir: gas, líquidos (aceites, ácidos, alcoholes), alquitrán, carbón y cenizas. Parte de estos productos tienen un valor económico como combustibles. Como ventajas del sistema pueden citarse las siguientes:

- a) Reducción del volumen de la materia orgánica en más del 90%.
- b) Transformación de los compuestos orgánicos en productos de interés económico.
- c) Tratamiento de plásticos, gomas y cauchos sin los problemas de funcionamiento de las incineradoras.
- d) Ausencia de contaminación del medio ambiente.
- e) Ubicación en pequeñas superficies, incluso dentro de las áreas urbanas.
- f) Producción de combustibles que se pueden utilizar en hornos y quemadores convencionales, aunque tienen menor poder calorífico que los combustibles tradicionales.

Como desventajas pueden citarse las siguientes:

- a) La pirólisis es un proceso endotérmico, por lo que necesita aporte de energía.
- b) Sólo recupera los residuos orgánicos, quedando sin tratar metales, vidrios y otros residuos inertes.
- c) Requiere altas inversiones y los costes operativos son elevados.

3.2.4.- COMPOSTAJE.-

El compost es un producto orgánico que aporta al suelo materia orgánica, de la que tan necesitados están nuestros terrenos, en exceso mineralizados.

La producción de compost viene efectuándose desde hace muchos años y es una tecnología bien conocida y desarrollada. Este proceso se basa en la fermentación bacteriana de las materias orgánicas contenidas en las basuras en presencia de aire. Los microorganismos que realizan este proceso de fermentación aerobia son termófilos, es decir, que trabajan a temperaturas más bien altas (50-60°C) y el producto resultante de esta fermentación de la materia orgánica es un humus, aplicada al terreno.

El compost no es exactamente un abono sino un regenerador orgánico del terreno, pero por analogía con los abonos químicos con frecuencia se les denomina abonos orgánicos.

La necesidad del compost, como la del estiércol empleado desde la más remota antigüedad, viene dada porque sin materia orgánica en los suelos no hay vida bacteriana y, sin ella, las plantas no pueden asimilar los elementos minerales, no retienen la humedad, ni alcanzan los rendimientos esperados.

De hecho, el proceso de compostaje es una fermentación aerobia (proceso exotérmico debido a la fermentación microbiana). La fermentación, que puede llevarse a cabo de forma natural o forzada, tiene que ir precedida de un tratamiento físico de separación de los productos no fermentables. Hay dos tipos de fermentación (compostaje): la natural y la acelerada.

En la fermentación natural los residuos orgánicos se disponen en pilas de fermentación, donde se controlan los parámetros del proceso para evitar fermentaciones anaerobias es decir sin presencia de aire.

En la fermentación acelerada se asegura fundamentalmente la humedad y la aireación. La humedad se sitúa alrededor del 55%, añadiendo agua o lodos de depuradora cuando ésta baja del 50%. La ventilación asegura la salida de gas carbónico. Se realiza mediante ventiladores, inyectando aire o extrayendo los gases del interior de la masa en compostaje. La fermentación se acelera considerablemente con la siembra sobre los residuos orgánicos de bacterias seleccionadas obtenidas en otras pilas de fermentación.

Como ventajas del proceso de compostaje pueden citarse las siguientes:

- a) El producto final o compost es una sustancia húmica estable, desprovista de semillas, malas hierbas y gérmenes patógenos.
- b) El compost se puede utilizar en agricultura como mejorante de las propiedades del suelo.

Por el contrario, puede presentar ciertas desventajas como:

- a) Tener que ir precedido de un tratamiento físico de separación.

b) Depender económicamente del mercado fluctuante de subproductos, que precisa una acción comercial para la venta de compost.

c) Requerir superficies importantes en zonas no excesivamente alejadas de las aglomeraciones urbanas y próximas a los núcleos consumidores de compost, por la incidencia que el coste del transporte puede alcanzar sobre el precio final de venta del producto.

d) Necesidad de una gestión cuidadosa, de lo contrario la degradación del entorno puede ser importante.

Los residuos sólidos urbanos (RSU)

La calidad del compost está en función de la composición de los RSU y más concretamente de la riqueza en productos orgánicos. De forma negativa influye la presencia de plásticos, vidrios y otros productos no fermentables.

Dado que las basuras urbanas o residuos sólidos urbanos contienen gran cantidad de productos no fermentables, el primer problema que presentan el compostaje de estos residuos es la eliminación previa de la mayor cantidad posible de los productos inertes.

Los RSU españoles presentan una concentración en productos orgánicos del orden del 50%. Esta cifra puede acercarse al 68% si se considera la fracción de papel y cartón.

Los lodos de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR).

Los lodos desecados, obtenidos en las EDAR, presentan una elevada riqueza en materia orgánica, pero contienen una excesiva humedad (en torno al 75%) y una baja porosidad, lo cual dificultará la fermentación si no se toman ciertas medidas como:

a) Desecación del lodo en capas, hasta lograr una humedad próxima al 50%.

b) Realizar mezclas del lodo con "agentes" que, además de reducir la humedad, aumenten considerablemente la porosidad.

El lodo desecado en capas o mezclado con agentes como viruta de madera, paja, residuos sólidos urbanos u otros productos, se encuentra en condiciones adecuadas para poder ser compostado.

Básicamente, se pueden distinguir dos sistemas y un tercero que sería una combinación de los anteriores. Estos sistemas son:

- Compostaje en recinto abierto y en recinto cerrado.

EL COMPOST EN ESPAÑA.-

La cantidad de R.S.U destinada a compostaje en España en 1987 era de unos dos millones de toneladas/año; es decir, el 15% de los R.S.U generados en municipios de más de 5.000 habitantes.

Existen 38 plantas de compostaje con una capacidad de tratamiento entre 6 y 800 toneladas/día. Las plantas se sitúan mayoritariamente en el área mediterránea donde la demanda es mayor.

Existe una demanda considerable de productos orgánicos, que se utilizan en cultivos intensivos, huertas, invernaderos, etc. Cada vez más se exige un compost de mayor calidad, que deberá obtenerse industrialmente si se quiere seguir empleando el compost como fuente orgánica para la agricultura.

EL LODO DE ESTACION DEPURADORA

En 1987, en España, existían 84 estaciones depuradoras que generaban lodo en cantidades significativas. La cantidad de lodo producido es del orden de 850.000 toneladas anuales, con una humedad en torno al 75%, lo que equivale a una producción de 2.300 toneladas de lodo al día. Si se cumplen las previsiones de instalación de nuevas plantas en las Comunidades Autónomas (con una producción de 1.800.000 t), se podrán generar 2,7 millones de toneladas de lodo bruto, lo que supondrá una producción de 7.400 t/día.

Con relación a los demás parámetros de interés agrícola, los lodos estudiados tienen las siguientes características:

La materia orgánica total oscila en torno al 50%. El PH suele oscilar muy poco (en torno al valor de 7) y la salinidad suele ser inferior a 2.5 milimhos/cm. Sin embargo, valores más desfavorables se obtienen cuando en la EDAR se ha empleado como floculante de los lodos cal y cloruro férrico ya que el PH se incrementa hasta alcanzar valores superiores a 11.4, mientras decrece el contenido en materia orgánica total y aumenta considerablemente la salinidad.

Los valores clásicos de fertilidad (N, P, K) presentan los siguientes entornos de variación: el nitrógeno total varía entre 1.1% y 4.4%; el P_2O_5 alcanza valores entre el 0,64% y el 4% y el K_2O oscila entre el 0,05 y el 1%.

El 50% del lodo generado tiene un destino agrícola y su aplicación depende de la proximidad a la estación depuradora y de la demanda de productos orgánicos por la agricultura intensiva, principalmente del sureste español. Actualmente existen importantes excedentes de productos a los que no se consigue dar salida por falta de mercado.

Cuando las producciones de la EDAR son pequeñas, entorno a las 5 t/día, el agricultor de la zona suele utilizarlo preferentemente en cultivos de huerta, jardinería urbana, monte, etc, sin ningún tipo de tratamiento previo.

El máximo consumo de lodo y de otros productos orgánicos se registra en la agricultura intensiva y en el viñedo. Se aplica lodo en la zona de Jerez de la Frontera para viñedo de vino; En Málaga y Almería en la producción uva de mesa, así como en los cultivos hortícolas bajo plástico y en el cultivo de flor, en los cítricos y frutales de Valencia y Murcia, en los frutales de Lérida y en los cultivos forzados de Canarias y Cataluña. También fuera de esta zona clásica se encuentran algunos núcleos de interés en los cultivos de frutales y espárragos de Cáceres y en el viñedo de La Mancha.

Las dosis de aplicación son muy variadas en función de los cultivos y de la frecuencia de la aplicación.

Cultivos intensivos.-

Los cultivos de tipo intensivo son los que presentan mayores necesidades en abonos orgánicos y minerales. El uso del compost se está extendiendo considerablemente ante la carencia de estiércol y los elevados costes de la turba importada. Adquieren una gran importancia en el Levante español y en Canarias, destacando sobre todo los cultivos protegidos o de invernadero en Canarias y Almería y dentro de éstos los cultivos de exportación.

Por otra parte, estos abonos orgánicos elevan la temperatura del suelo y contribuyen a adelantar la maduración de las cosechas, fenómeno de gran interés en el mercado internacional. En Francia, el cultivo del champiñón ocupa el segundo lugar en consumo de compost. En este tipo de cultivo se emplea la fracción orgánica de los residuos sólidos orgánicos antes de haber sufrido la fermentación (normalmente con menos de 8-10 días de fermentación), con el fin de obtener el máximo de bacterias termófilas.

Este incipiente compost se destina a favorecer el comienzo de la fermentación y sobre todo para desecar el sustrato del cultivo. Para ello se utiliza un compost de textura gruesa, normalmente de granulometría inferior a 30 mm y absolutamente desprovisto de cristales y fragmentos metálicos. Normalmente, el compost se añade a los otros materiales del sustrato en proporciones que oscilan entre el 15% y 20% en peso.

3.2.5.- RECICLADO.-

Los métodos convencionales de tratamiento de R.S.U., vertido, incineración y compostaje, necesitan ser complementados por motivos técnicos, económicos y ambientales debido a dos causas principales:

- 1.- Encarecimiento progresivo de los costes de tratamiento motivados por las exigencias para la protección del medio ambiente, que cada vez son más estrictas.
- 2.- Pérdida de parte o de la totalidad del valor potencial de los componentes contenidos en los residuos.

Estas motivaciones han dado lugar a la búsqueda de otros sistemas de tratamiento complementario, que lleven consigo el sentido de recuperación o reutilización de los valores contenidos en los mismos.

Se denomina reciclado a la reintroducción en el ciclo de consumo de determinados componentes contenidos en los Residuos. Otro concepto de reciclaje podría ser la recuperación de energía en forma de calor o electricidad, procedentes de la combustión controlada de los residuos de alto poder calorífico.

La filosofía del tratamiento con recuperación de subproductos es la siguiente: estos procesos, aún siendo más complejos, en general que los convencionales, presentan sobre éstos la ventaja de que al hacer el balance final del tratamiento, existe una partida positiva por la venta de materiales recuperados. Este factor puede llegar a ser suficientemente importante, quizás no para hacer económicamente rentables estos procesos, pero sí para reducir notablemente el coste de los mismos respecto a los sistemas convencionales. Se ha de perseguir la optimización de las calidades de los productos recuperados para facilitar su comercialización.

En general, los objetivos perseguidos son los siguientes:

- Desarrollo de una tecnología nueva o introducción de mejoras en la ya existente, dirigidas a la recuperación de las materias primas y/o energía contenida en los R.S.U.
- Minimización de los efectos contaminantes en el agua, aire y suelo, resultantes del tratamiento en condiciones inadecuadas.
- Impulsar la reutilización de materiales y energía.
- Solucionar el aprovechamiento más adecuado de los materiales contenidos en los residuos, abriendo nuevas vías de utilización.
- Generar una infraestructura industrial y comercial creadora de puestos de trabajo en el ámbito geográfico al que afecta la instalación.

Los procesos de tratamiento se han ido desarrollando ante la necesidad de encontrar nuevas fuentes de aprovisionamiento de materias primas y energía contenidas en los residuos sólidos urbanos. El principio de lo que se recupera no contamina, es la base del desarrollo de estos sistemas de tratamiento.

Los residuos sólidos urbanos son sometidos a un conjunto de operaciones de clasificación selectiva hasta conseguir la concentración total o parcial de los diferentes componentes que los constituyen. La elección de los productos a recuperar es función del mercado potencial del entorno con radios de acción dentro de límites económicos y de la calidad de los mismos.

Por la mayor proporción en que se encuentra la materia orgánica, es el compost el que marca básicamente la viabilidad de este sistema y su implantación depende del mercado potencial de este producto

El resto de componentes plásticos de cuerpos huecos (PE), fracciones metálicas, vidrio, papel y cartón, no ofrecen dificultades de venta, aunque los precios son variables según la ubicación geográfica respecto al centro de tratamiento. La energía en forma de vapor tiene un radio de consumo cercano. La energía en forma de electricidad no presenta inconveniente en cuanto a su venta; el precio está

marcado por Ley y es actualmente el más elevado de la Unión Europea.

Estos procesos ofrecen como ventajas más destacables, entre otras:

- .- Incorporar materias primas y energía al ciclo de consumo
- .- Ingresos por la venta de productos y energía
- .- Reducción drástica de los riesgos de contaminación de los vertidos, al haberle sido recuperadas las fracciones orgánicas y metálicas, principales causantes de esta degradación medioambiental de los vertederos.
- .- Reducción del volumen de residuos vertidos que presentan menos problemas de contaminación, con el consiguiente ahorro económico y aumento de la vida útil de los vertederos.
- .- Menor espacio de implantación que el vertido controlado.

Estas plantas se van perfeccionando poco a poco y desde el punto de vista global son muy eficientes ya que aprovechan un elevado porcentaje (cerca del 60%) de los residuos.

Como datos orientativos del balance de material, se ofrecen los siguientes:

Materiales de entrada:

Sustancia putrescible:	30,0%
Papel:	23,0%
Plástico, caucho:	8,4%
Madera, ropa:	5,3%
Vidrio:	4,0%
Finos:	22,0%

Materiales de salida:

Compost:	37,7%
Hierro:	3,8%
Pelets:	21,0
Rechazos:	25,0%
Agua y CO:	12,5%

FILOSOFIA DEL RECICLAJE.-

Considérese el ciclo de cualquier material de un producto de consumo (metales, celulosa, vidrio, hidrocarburos).

El ciclo de cada material tiene las siguientes etapas: materia prima, transformación, producto, uso, residuo, tratamiento del residuo.

Naturalmente cuanto mayores y más eficaces sean los procesos de reciclaje, más tardarán en agotarse las materias primas y menores serán las aportaciones de residuos al medio ambiente.

El reciclado tiene incidencia directa en la reducción de las cargas impuestas al medio ambiente como receptor de residuos, al disminuir las cantidades a soportar.

El extremo ideal del reciclado sería recuperar la totalidad de la materia

prima utilizada. Desgraciadamente, la recuperación total no es posible por los siguientes factores:

- Estado de degradación en que se encuentran los materiales después de su utilización.
- Situación y distribución de cientos de elementos en estado de residuo.
- Energía que sería necesaria para su recuperación.
- Consumo de materia prima que sería necesario utilizar para la recuperación de otra.
- Perturbaciones en el medio ambiente.
- Falta de tecnología adecuada.
- Inexistencia de mercados para algunos subproductos.

Como ejemplo a destacar se puede considerar la no viabilidad del reciclado total del plomo, cuando parte del utilizado en gasolinas y pinturas se encuentra diseminado en nuestro suelo, agua y atmósfera en concentraciones de partes por millón. Esto representa un caso extremo pero también sucede con otros elementos.

La energía necesaria para el reciclado, se divide en dos:

1. Energía para concentrar el material diseminado.
2. Energía para procesar el material recuperado.

RECICLADO EN LA INDUSTRIA.-

Este tipo de recuperación es el que se realiza dentro de las propias industrias. Es curiosa la perplejidad que ha supuesto la introducción de las técnicas de reciclado de los componentes de los R.S.U. y quizás se ve con naturalidad el reciclado de residuos industriales, que desde siempre se ha hecho.

La única, pero gran diferencia existente, entre cierto tipo de residuos industriales fácilmente reciclables y los mismos componentes contenidos en los residuos domésticos es la homogeneidad y limpieza con que aquellos son obtenidos.

Como ejemplo, de reciclado intrínseco en la industria, se pueden citar los siguientes:

Metales

Utilización de chatarras procedentes de procesos industriales.

Papel

Gran parte de la pulpa de papel de origen reciclado procede de los residuos en forma de recortes y materiales de desecho que se generan en los mismos procesos de producción de papel, cartón e imprentas.

Vidrio

Iguals consideraciones podrían hacerse con respecto a la industria de la cerámica y el vidrio.

CLASIFICACION EN ORIGEN.-

El método de clasificación en origen consiste en la recogida selectiva de distintos Componentes de los R.S.U., que previamente se han separado a nivel doméstico o antes de que lleguen a sus centros de tratamiento.

Este hecho se realiza en numerosos núcleos urbanos con respecto a residuos domésticos convencionales y residuos voluminosos. La recogida selectiva de los componentes de los R.S.U. convencionales se ha ensayado experimentalmente.

Fundamentalmente, las fracciones que se han clasificado en origen, son las siguientes:

- Papel y cartón
- Vidrio y envases metálicos
- Envases de aluminio

El mayor problema con que se enfrenta este sistema es la mentalización que se debe ejercer sobre los ciudadanos para llevarlo a cabo.

Por otra parte, existe la recogida en origen de papel y cartón de las zonas comerciales y de servicios, así como la recogida de vidrio en los populares "IGLU". Estos casos merecen especial mención por el esfuerzo realizado por las Asociaciones que los promueven y por el ahorro que significa para la economía nacional.

En los últimos años comienza a desarrollarse con buenos resultados iniciales la recogida selectiva de dos grupos de componentes: Los putrescibles o fermentables y el resto, considerado como "inerte" o fácilmente degradable. No obstante, esto requiere preparar la infraestructura de eliminación y/o recuperación para ambas fracciones.

CLASIFICACION SELECTIVA.-

Saliendo ya de estos sistemas un tanto especiales, se pasa a describir el conjunto de operaciones que hacen posible la clasificación mecánica de los R.S.U.. Las técnicas que se aplican son las clásicas de tratamientos mineralúrgicos aplicados a materiales especiales como los residuos sólidos urbanos.

Las técnicas de concentración de componentes se basan principalmente en las propiedades físicas de los mismos. Estos procesos constan de las siguientes operaciones:

Operaciones de alimentación y dosificación

Operaciones de trituración.

Operaciones de separación.

Operaciones de fermentación.

Operaciones de depuración de plásticos

Operaciones de depuración de metales magnéticos.

Operaciones de compactación.

Operaciones de separación por colores.

Operaciones de transporte neumático.

Operaciones de separación por vía química.

PROBLEMATICA ACTUAL DEL RECICLAJE.-

El reciclado parece tener en un futuro próximo grandes posibilidades de imponerse dentro de los procesos de tratamiento de R.S.U.. Por su concepción lógica y por encontrarse dentro de lo que se denominan "Tecnologías Limpias", puede llegar a ser un procedimiento de tratamiento eficaz, que a su vez es compatible con los sistemas convencionales.

Se consideran en él los factores positivos que representan para el país la recuperación de materias primas y, por otra parte, la economía que en el tratamiento representa al disponer de productos comercializables.

Sin embargo, en un planteamiento general se presentan cuatro tipos de problemas:

- . Técnicos
- . Políticos
- . Financieros
- . De mercado.

Problemas técnicos:

La investigación está tratando de poner a punto procesos que se encuentran, por lo general, a escala piloto o son meras demostraciones industriales. Este hecho implica la ausencia de datos reales de explotación industrial. Dado que no se trata realmente de procesos complicados todo parece indicar que tecnológicamente están resueltos. Realmente se puede afirmar que técnicamente el reciclado es como otras tecnologías convencionales y que no serán los problemas de este tipo los que impidan su desarrollo.

Problemas políticos:

Se resume en que las tecnologías que favorezcan la recuperación han de ser protegidas y fomentadas a todos los niveles. Esto puede ser equivalente a primar el consumo de productos reciclados.

Por otro lado, la política habrá de garantizar que en los residuos existan valores a reciclar ya que podría darse el caso de que una planta quedase parada por una ley que impidiera que el producto a reciclar se encontrase en los residuos.

Problemas financieros:

Estos son intrínsecamente los más simples, pero quizá los más difíciles de resolver. Su solución consistirá en ofrecer formas de financiación adecuadas a las inversiones a realizar.

Problemas de mercado:

Deberá efectuarse un estudio minucioso del mercado de los productos recuperados en el área de influencia de ubicación de la instalación. Se tratará de realizar contratos a largo plazo para los mismos, a fin de garantizar la estabilidad económica de la explotación.

Como resumen de conclusiones se puede decir:

A la hora de tomar decisiones sobre la implantación del sistema de eliminación de residuos por reciclado hay que tener en consideración los siguientes criterios:

- Tipo de residuos y cantidad de residuos a tratar.
- Mercado para los subproductos a recuperar
- Definición del proceso idóneo
- Disponibilidad de terrenos y superficie necesaria
- Respuesta social y creación de puestos de trabajo
- Vertedero de rechazos.
- Inversiones.
- Ingresos.
- Costes de tratamiento.
- Valoración medioambiental.
- Balance de la explotación.

3.2.5.1.- RECICLADO DE PAPEL Y CARTON.-

La producción mundial de papel y cartón durante 1.990 fue del orden de 230 millones de toneladas. Se estima que el consumo aumentará hasta los 266 millones en 1994 y alcanzará alrededor de 310 millones de toneladas en el año 2.000. Durante este período se prevé que el consumo de papel reciclado pasará de los 77 millones de toneladas de 1.990 a 96 millones en 1.993 y a 124 millones en el 2.000.. Estas cifras dan una idea clara de la importancia que el papel recuperado (denominado en el argot papeleropapelote o "fibras secundarias"), esta adquiriendo en la industria pastero-papelera. Tanto es así, que en algunos países de la UE, como Dinamarca, Holanda, Inglaterra o España, el papel reciclado se ha convertido en la materia prima más importante para la fabricación de papel y cartón.

La razón fundamental del interés creciente en la utilización de fibras secundarias hay que buscarlo en la progresiva disminución de los recursos forestales, que ha provocado diversos problemas medio-ambientales, como la desertización de algunas zonas o la aceleración del efecto invernadero. Además, existen otros importantes motivos tanto de índole económico como medio-ambiental ya que para producir una tonelada de papel se necesitan 2.5 t de papelote, mientras que por los

sistemas convencionales se precisan 3 toneladas de madera de fibra larga (pino) o 4 toneladas de madera de fibra corta (eucalipto).

En España se generan anualmente más de 12 millones de toneladas de residuos urbanos. El coste de su retirada, transporte y eliminación o disposición se eleva a más 80.000 millones de pesetas. Si tenemos en cuenta que aproximadamente el 20% es papel, recuperarlo en su totalidad supondría para el país un ahorro de unos 16.000 millones de pesetas cada año, sin contar el valor añadido. Si consideramos otros países más desarrollados como Estados Unidos, con más de 160 millones de toneladas anuales de residuos sólidos urbanos y una proporción de papel del 40%, el ahorro potencial se dispara.

Otra buena razón económico-ambiental para aumentar el uso de papel recuperado es que se consume menos energía en la preparación de pastas. No es posible valorar con exactitud el ahorro energético que se produce al reemplazar fibra virgen por fibra secundaria, puesto que dependerá del tipo de proceso que haya sufrido la fibra virgen a la que sustituye. El mayor ahorro, que algunos autores evalúan hasta en el 40%, se obtiene cuando la pasta de papelote sustituye a pastas químicas, en cuya producción se consumen importantes cantidades de energía. También el impacto ambiental producido al fabricar papel con fibras secundarias es mucho menor que al fabricarlo con fibras vírgenes. Según la EPA (Environmental Protection Agency, USA) los datos comparativos serían los siguientes:

CONSUMOS POR 1000 t DE PAPEL			
FIBRA VIRGEN / FIBRA SECUNDARIA			
Agua de proceso, m³	91.000		38.000
Contaminantes atmosféricos, t	42		11
Efluentes líquidos DBO₅, t	15		9
SST, t	8		6
Residuos sólidos, t	68	42	
Residuos netos generados después del consumo, t	850	- 336	

3.3.- COMPARACION DE LOS SISTEMAS DE ELIMINACION DE RSU.-

Los dos sistemas más extendidos son el de incineración y el de vertido, aunque a medida que las plantas de reciclaje van mejorando los sistemas de separación, éstos empiezan a copar una porción del mercado. La razón está en su economía frente a los demás sistemas. Así, por ejemplo, la pirólisis ha sido ensayada en algunos países, concretamente en los EE.UU. y en el Reino Unido. Sin embargo, muchas plantas han sido cerradas debido a problemas técnicos, así como medio-ambientales. Este tipo de tecnología no está plenamente desarrollada.

Las plantas de reciclaje se van instalando poco a poco. El reciclaje de materiales es muy útil desde un punto de vista de ahorro global. Sin embargo, las separaciones deben efectuarse correctamente ya que de lo contrario los productos resultantes no tienen salida.

El proceso de digestión consume energía, y los únicos ingresos de la planta son los derivados de la venta de pélets y de compost. El mercado de estos productos es complicado, pues ambos presentan problemas si no son de buena calidad. Para los pélets, la industria del cemento y las cerámicas pueden ser los mejores clientes. El compost presenta el problema de que el contenido en materia orgánica no es del 100%. Así, los pequeños cristales que aún puede contener son una razón válida para justificar su rechazo.

Respecto a los procesos más extendidos, la incineración y el vertido son los que resultan más económicos para la gestión de los residuos sólidos urbanos. El segundo de ellos, si se dispone de terreno adecuado, puede ser el más barato pues existe un consumo energético importante en el transporte desde el origen al vertedero.

Respecto al proceso de incineración, la inversión inicial es costosa, sin embargo, el vapor producido y/o la electricidad generada abaratan el coste de tratamiento y una vez amortizada la planta, resulta el más económico.

Como datos orientativos se puede decir que para un municipio grande los costes de tratamiento suelen oscilar alrededor de las 2.200 ptas/t. El tratamiento de incineración es el más caro al principio, debido a la alta inversión requerida. Sin embargo, a largo plazo, puede resultar el más económico. En este sentido ya se ha indicado que el actual coste de tratamiento de la planta de incineración es de unas 800 ptas/t, al estar amortizada la planta. Otro dato ilustrativo puede ser el de una planta de reciclaje italiana instalada en S. Giorgio di Nogaro donde el coste del tratamiento, tras la venta de los pélets y del compost, es de unas 100 pta/t.

La decisión de elegir uno u otro tratamiento se basará en las condiciones locales donde debe instalarse la planta. Así, si es una zona agrícola deberá considerarse seriamente la posibilidad de instalar una planta de reciclaje. Si se dispone de terrenos adecuados y bien aislados, un vertedero puede ser la mejor solución. En urbes con gran densidad de habitantes la incineración puede ser una de las mejores soluciones.

Desde el punto de vista energético la incineración es la técnica más adecuada. Sin embargo, es la más costosa en lo que a inversión se refiere (una planta para el tratamiento de unas 1.000 t/día puede requerir una inversión cercana a los 7.000 millones de pesetas, mientras que una de reciclaje puede costar unos 2.500 para la misma capacidad).

OTRO PUNTO DE VISTA (SOGAMA-XUNTA: Plan general de residuos sólidos para Galicia)

La cuestión de estar a favor o en contra de la incineración de Residuos Sólidos Urbanos, perfectamente justificada en el inicio del período de desarrollo consumista en el que la moda de "usar y tirar" generó tal crecimiento en la masa y volumen de residuos que debían de ser acondicionados directamente en vertederos o incinerados previamente con el objeto de reducir su volumen, es hoy una cuestión totalmente superada.

Al estudiar en profundidad la materia se pusieron de manifiesto graves problemas asociados a ambas formas de acondicionamiento. Para la incineración así concebida se comprueba: La emisión de ácidos inorgánicos, compuestos organoclorados, productos de combustión incompleta y valores no admisibles de concentración de metales pesados en los gases; En las cenizas: Metales pesados lixiviables e inquemados, fundamentalmente. Con respecto a los vertederos: Posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas por metales pesados, productos tóxicos, materia orgánica, nitratos y nitritos en lixiviados; En emisiones de gases: Contaminación por emisión de gases de fermentación que arrastran más carga contaminante (masa de contaminante por unidad de masa de gas) que la

propia incineración con problemas adicionales de emisión de metano en grandes cantidades y de transmisión de microorganismos en un sistema que actúa sobre el aire y de modo inmediato sobre el entorno de suelo y aguas superficiales llegando a distancias notables de modo indirecto por la actividad de insectos, aves, alimañas y roedores.

La situación descrita forzó el estudio en profundidad con los objetivos adicionales de reducir también el uso indebido de los recursos materiales disponibles, orientando o que hoy conocemos como "desarrollo sostenible" y que se concreta en el 5º Plan de acción de la Unión Europea. Es difícil resumir el plan en pocas palabras pero digamos que el gran esfuerzo 3 R (Reducir, Reciclar, Recuperar) es esencial pero no da cuenta de todo el problema; Al acabar las etapas R se mantiene entre un 70 a un 80% del problema sin resolver (esperemos mejores rendimientos en el futuro tanto por entrenamiento como por modificación de hábitos de comportamiento) y, en esta fracción, se encuentran la mayor parte de los problemas de tipo sanitario y toxicológico. Invito a Vds a que efectúen los cálculos sobre las plantas en funcionamiento y los productos obtenibles u obtenidos (no sobre la recogida, que no mide lo que se recicla).

Este es el punto de decisión actualmente, siempre pensando en acondicionamiento en condiciones seguras. El vertido es posible pero, en el futuro, se exigirá la perfecta impermeabilización del suelo inferior y del superior con la máxima captación de gas y plantas de tratamiento de aguas y de gases mas la garantía de mantenimiento de las mismas años después de sellado un vertedero. Solución cara e insegura ya que el descuido del vertedero clausurado es causa normal de accidentes

Por su parte la incineración, previo acondicionamiento del material procedente de las etapas R y elaboración de un combustible derivado de residuos, seco y almacenable, en función de la tecnología hoy disponible y con la exigencia ineludible de cumplir la normativa actual y previsible, es "garantía demostrable" de respeto al medio ambiente, es más acorde con el principio de preservación de recursos disponibles que el mejor vertedero y tiene menos riesgos en el vertido de cenizas (menos del 5% del R.S.U) ya que ,estas, aunque pueden contener metales pesados se deben acondicionar de modo no lixiviable por diversas técnicas por lo que no existe riesgo apreciable aún en el caso de fallo o accidente en ese vertido final. Existen ya legislaciones (Holanda p.ej.) en las que la previsión es de que no exista ese vertido final con lo que se da solución completa al problema de los R.S.U.

Como vemos, no existe confrontación entre reciclado e incineración; por orientación comunitaria, y en un futuro próximo por imperativo legal, son complementarias. La elección está entre vertido de materiales fermentables e incineración de combustible elaborado y en este punto, la higiene, la sanidad, la preservación de recursos y el propio balance de residuos establecen y así lo especifican las directivas de la U.E. que la opción prioritaria es la incineración con recuperación de energía.

3.4.- LA BIOMASA RESIDUAL **COMO FUENTE DE ENERGIA**

Se entiende por "BIOMASA" el conjunto de materiales orgánicos generados como consecuencia de un proceso biológico.

La biomasa puede generarse mediante la actuación de organismos autótrofos del reino vegetal (FITOMASA) o acumularse en los seres heterótrofos del reino animal (ZOOMASA).

Los organismos fotosintéticos (autótrofos) son capaces de transformar la energía solar en energía química, mediante la actuación bioquímica de los cloroplastos contenidos en la clorofila de las plantas; esta energía queda retenida y acumulada en los enlaces intermoleculares y se libera en procesos de oxidación, reducción o hidrólisis, que pueden ser termoquímicos, bioquímicos y biológicos.

La radiación generada en las reacciones de fusión atómica que tienen lugar en el Sol se distribuye en un abanico de longitudes de onda muy similares a las del cuerpo negro. Esta radiación llega a la tierra a los 8 minutos de producirse con una intensidad de 1.3 Kw/m^2 . Aunque gran parte de ésta es interceptada por las nubes, el ozono y el polvo atmosférico, la naturaleza convierte de forma continuada la energía solar en biomasa, con una eficiencia media del 0.1 %. Puede estimarse que anualmente la cantidad de energía fijada en la biosfera es del orden de 70.000 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo). Esta cantidad de energía equivale a 10 veces el consumo energético total del planeta, 1/12 de la reserva de combustibles fósiles o 200 veces el consumo mundial de alimentos.

Por supuesto, esta energía no es susceptible de aprovechamiento integral, puesto que los procesos de concentración, manejo y liberación de la misma para hacerla utilizable conllevan, en la mayoría de los casos, un balance energético negativo, lo cual resulta contraproducente en términos económicos y, por otra parte,

esa energía bioquímica en sus diversas formas debe emplearse para finalidades básicas como la alimentación y obtención de materias primas.

No obstante, el interés del aprovechamiento energético de la biomasa está perfectamente justificado cuando se trata de productos que podamos considerar como residuales, por no ser aprovechables para otros fines más nobles, al menos desde un planteamiento estrictamente económico o técnico.

A nivel nacional la producción energética potencial a partir de biomasa residual se estima en unas 57×10^{12} kcal/año (8×10^6 Toneladas Equivalentes de Carbón - "Tec"). Esta cantidad representa aproximadamente el 8% de los requerimientos energéticos del país (en el momento de su estimación). Estas cifras de tipo referencial ya son una realidad en países como Suecia ó Finlandia que cubren mediante biomasa el 8 y 15 % respectivamente de su energía primaria.

Existe en España el "Plan de Energías Renovables (PER)" donde se establecen unos criterios o definiciones que resultan muy adecuadas para el enfoque de este tema, considerando la biomasa como una fuente de recursos renovables, según la siguiente clasificación.

- Biomasa primaria.

Es la que se desarrolla a partir de la fotosíntesis, siendo, por tanto, el conjunto del reino vegetal.

- Biomasa secundaria

Es la que a través de cadenas biológicas más o menos complejas se desarrolla y sostiene sobre la biomasa primaria y sobre si misma y constituye el conjunto del reino animal.

- Biomasa residual

Es la parte no aprovechada en los procesos que el hombre realiza sobre biomasa primaria y secundaria para distintas finalidades.

- Biomasa renovable

Es la cantidad de biomasa, primaria o secundaria, residual o no, que la naturaleza es capaz de renovar en el período de un año.

Se consideran como fuentes de productos energéticos renovables a las diferentes formas de biomasa residual (primaria o secundaria) y a la biomasa primaria dedicada específicamente a aplicaciones energéticas (plantaciones energéticas). En la asignatura de Energías Xílogeneradas nos centraremos en el estudio de la energía obtenida a partir de la madera y especialmente en los residuos forestales y de industrias de transformación

EVOLUCION HISTORICA DEL APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE LA BIOMASA

Como consecuencia de las sucesivas crisis del petróleo acaecidas en los años 1973 y 79, 85, los países desarrollados tomaron conciencia de la necesidad de fomentar una política tendente a lograr un aprovechamiento racional e integral de los

recursos energéticos, que permitiera reducir la dependencia casi exclusiva de unas fuentes limitadas y sometidas al control de unos grupos concretos capaces de ejercer su poder mediante el chantaje energético.

Por otra parte, no debe olvidarse que el uso más innoble que puede darse al petróleo y sus derivados es precisamente quemarlo ya que el sector de la petroquímica es una fuente de recursos tales como plásticos, productos sintéticos, materias primas con características avanzadas e incluso alimentos, que serán de gran interés estratégico para abordar los retos tecnológicos que se presentarán en el próximo siglo.

Por estos motivos y aceptando de antemano que, hasta que se consiga producir de manera permanente y controlada la fusión de átomos de Hidrógeno para obtener Helio mediante un proceso de fusión nuclear (con lo que quedarían solventados los problemas energéticos de la humanidad definitivamente), deberemos depender energéticamente en un elevado porcentaje de los combustibles fósiles, la política y la investigación han estado encaminadas en estos años a diversificar las fuentes de suministro, desarrollando tecnologías de utilización de las Energías Alternativas y Renovables.

En esta línea de actuación, la biomasa se presenta como el mejor sustitutivo de los combustibles fósiles por varios motivos:

1.- La energía de la biomasa ha sido utilizada desde el principio de la humanidad en combustión directa para la obtención de calor, por lo que los principios básicos para su conversión son perfectamente conocidos, aunque su aprovechamiento eficaz requiere la aplicación de las tecnologías más avanzadas, en contra de lo que pudiera suponerse por su aparente sencillez.

2.- Se trata de materiales susceptibles de transformación en combustibles muy variados ya que pueden emplearse directamente como sólidos o bien indirectamente obteniendo derivados líquidos como el etanol y el metanol y gaseosos como el metano. Esto supone unas grandes posibilidades de aplicación en diferentes procesos industriales. No obstante, la tecnología para la obtención de estos biocombustibles comenzó a intensificarse sólo a raíz de la crisis energética, por lo que esta tecnología no está completamente desarrollada y actualmente se investiga intensamente en este campo.

3.- El resto de las Energías Renovables (Solar Pasiva, Fotovoltaica, Eólica, Geotérmica y Marina), se encuentran en fase experimental y no son capaces de competir, a corto plazo, con los combustibles tradicionales.

Por estas razones, la biomasa supuso durante los años de la crisis el mayor volumen de sustitución energética, pero en los últimos años (debido al descenso del precio de los crudos) el consumo se ha estabilizado y se nota un cierto receso; si bien, la investigación en esta línea se sigue desarrollando en previsión de futuras crisis que inevitablemente cabe esperar a medio plazo (cada 6 años).

Actualmente, en el mundo se consumen diariamente unos 3 Mtep provenientes de biomasa; esto representa un 14% del consumo energético total mundial. Sin embargo, el mayor consumo se produce en países subdesarrollados ya que en los industrializados es sólo del orden del 1 al 3% del total. No obstante, en estos países es donde se tienen mayores problemas en cuanto a polución ambiental (smog fotoquímico, lluvias ácidas, etc.) y donde la demanda social de calidad de vida y protección medioambiental exige la eliminación de los efluentes peligrosos y, por tanto, se llega a regular legalmente el tipo de productos tóxicos emisibles a la

atmósfera, estableciéndose unos límites máximos permisibles en cuanto a emanación de CO, CO₂, NO_x, SO_x, etc.

En este sentido, el uso de biomasa con fines energéticos presenta grandes ventajas, pues el contenido de S y N en los humos es mínimo, por lo que el incremento en el consumo de los mismos una vez se consigan mayores avances tecnológicos en cuanto a la obtención de productos con mayor densidad energética y más fácilmente transformables.

3.4.1.- FUENTES DE BIOMASA

Considerando la biomasa como cualquier tipo de materia orgánica que ha tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico, distinguimos dos tipos principales de fuentes: la biomasa directamente producida y la residual de forma residual.

Aunque los **recursos forestales** sean la forma de biomasa (fitomasa) más abundante, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, existe una contribución cuantitativa menor, pero de suma importancia por parte de los otros tipos de recursos como:

- Residuos sólidos urbanos
- Residuos agrícolas (pajas, podas de árboles, etc)
- Cultivos de corta rotación
- Residuos animales
- Residuos industriales (mataderos)
- Semillas de ciertas plantas (colza, etc) como sustituto de aceites diesel, así como aquellas que directamente producen hidrocarburos como la Euphorbia.
- Especies de micro y macroalgas productoras de compuestos líquidos sustitutivos de diesel.

A nivel nacional las cantidades de residuos generadas son:

- Residuos forestales (incluyendo los generados en las labores selvícolas y los obtenidos en la industria de transformación). Residuos agrícolas de tipo leñoso y residuos de cultivos agrícolas industriales (algodón, girasol, caña de azúcar, etc). Representan un potencial energético del orden de 5 Mtep/año.
- Residuos agrícolas no leñosos (esencialmente paja de cereal y cascarilla de arroz). Pueden suponer 4 Mtep/año.
- Residuos sólidos urbanos, con un potencial de 0,7 M tep/año.
- Residuos biodegradables. Que incluye residuos ganaderos, los de depuradora y efluentes líquidos de industrias alcoholeras y oleícolas, que suponen unas 0.10 Mtep/año.

- Cultivos agroenergéticos actualmente en fase experimental.

La evaluación del potencial de recursos conlleva en cada caso particular un estudio detallado de dicho potencial y de su distribución que nos permitirá la evaluación de cada proyecto a desarrollar.

RESIDUOS FORESTALES Y DE INDUSTRIAS DERIVADAS

Para generar una tonelada de biomasa forestal los árboles sintetizan mediante la fotosíntesis 1.6 t de CO² atmosférico y absorben 0.6 t de agua del suelo. Durante el proceso se producen 1.2 t de O₂ que escapa a la atmósfera. Para llevar a cabo la fijación de una t de carbono atmosférico, los árboles (plantas C₃) extraen del suelo entre 800 y 1.000 t de agua y las herbáceas (plantas C₄) utilizan entre 200 y 400 t.

Los residuos forestales proceden de podas, claras, acareos, limpieas, entresacas, desbroces, rozas, etc.. y su extracción supone ventajas y perjuicios para los montes, que es preciso evaluar y sopesar a la hora de abordar un aprovechamiento integral de las masas forestales, que contemple el aspecto energético. Entre los beneficios que supone para el bosque la extracción de los residuos cabe destacar:

- 1.- Se favorece la regeneración natural de las masas.
- 2.- Se incrementa el crecimiento volumétrico de la madera.
- 3.- Se obtienen productos maderables de mayor calidad y mejores escuadrías.
- 4.- Se reduce considerablemente el peligro de incendios y la propagación de los mismos.
- 5.- Mejora el estado fitosanitario de los montes y se reduce el riesgo de plagas.
- 6.- Mejoran los hábitats para la caza.
- 7.- Se potencia el uso recreativo de los montes.
- 8.- Mejora en cuanto a estética ambiental.
- 9.- Se facilita el acceso y los trabajos selvícolas y de extracción, con la consiguiente reducción de los costes de producción.

En cuanto a los posibles perjuicios, se pueden citar:

- 1.- Aumento del peligro de erosión por la reducción de la cubierta vegetal.
- 2.- Pérdida de fertilidad por extracción de nutrientes.

No obstante, estos riesgos se pueden minimizar planificando los trabajos de manera racional o actuando en los lugares y condiciones adecuadas y realizando

las extracciones de forma moderada.

En lo referente a la desfertilización, hay que señalar que en las ramillas finas y hojas se concentra el 80% de los nutrientes minerales de las plantas, por lo que sí se consigue dejar en el monte la mayor cantidad posible de esta fracción fina los perjuicios se minimizan.

Aunque en la actualidad ha decaído notablemente su uso, los residuos forestales y los derivados de su industria transformadora han sido durante siglos la más importante fuente de energía.

La utilización de tocones y raíces es muy restringida, debido al impacto ambiental que supone y lo laborioso y costoso del proceso, por lo que se considera como fitomasa forestal explotable el raberón y las ramas. Estos productos representan del orden del 33% de los aprovechamientos maderables anuales totales (estimados en el anuario de Estadística Agraria año 1980 en $11 \cdot 10^6$ m. c.).

Pero de este enorme volumen de residuos lignocelulósicos existente, sólo sería posible obtener una parte ya que las ramas con diámetro superior a los 7,5 cm son utilizables en las industrias de fabricación de tableros y aglomerados. De forma global se puede estimar una reducción del 36% sobre el volumen de residuos potencialmente disponible debida a montes no explotables por su situación o pequeña superficie (16%) o a pérdidas producidas durante la explotación forestal (10%).

Seguimos en esta resumida enumeración con los residuos obtenidos de claras, clareos y fustes de pies menores (diámetro inferior a 20 cm). En este caso la producción puede evaluarse por término medio en un 5 % de las existencias de pies menores, siempre que se hicieran los tratamientos selvícolas adecuados. La Sección de Inventarios de ICONA estima dichas existencias en $121 \cdot 10^6$ m³., por lo que anualmente podrían obtenerse $6 \cdot 10^6$ m³ (equivalentes a $4.8 \cdot 10^6$ t).

Para acabar con los residuos generados en el monte hablaremos del matorral procedente de desbroces. Bajo el supuesto de una labor de desbroce de 200.000 Ha año y considerando una producción de unas 20 t/ha, se producirían unas 4.000 t de este tipo de residuo.

La industria de primera transformación de la madera es otra fuente de residuos.

Teniendo en cuenta que el costero sin corteza se utiliza en la fabricación de pastas químicas o en tableros aglomerados, por cada metro cúbico real de rollo aserrado se obtienen unos 160 kg de residuos.

Dentro de las industrias de segunda transformación de la madera, incluimos los trabajos de carpintería, industria del mueble, fabricación de embalajes, etc. Dada la atomización del sector resulta difícil dar unas cifras fiables. Por ejemplo, en el País Vasco en los trabajos de carpintería se estima que se generan unas 41 t de residuos por puesto de trabajo y en la fabricación de muebles 3 t por puesto de trabajo.

En la fabricación de tablero aglomerado se desperdicia el 8% (en peso), en forma de recortes. En la producción de chapas de madera el 25% (en volumen) se convierte en residuo

En la industria de transformación de la madera maciza puede llegar a

eliminarse el 60 % (en volumen) del total de madera manejada. En el caso de fabricación de embalajes, el aprovechamiento neto a partir de la madera en rollo es de sólo un 33 %.

RESIDUOS AGRICOLAS DE TIPO LEÑOSO

Los principales residuos leñosos de los cultivos son las leñas procedentes de la poda anual de los árboles frutales y de las vides.

Seguidamente, se indican los índices a utilizar para el cálculo de las cantidades de residuo, a partir de los datos de producción.

<u>Tipo de cultivo</u>	<u>Cantidad de residuo</u>
Cítricos	2 kg por año y pie
Frutales de hueso y pepita	2.5 kg por año y pie
Almendro	3 kg por año y pie
Olivar	8 kg por año y pie
Viñedo	0.5 kg por año y pie

Estos residuos de poda están presentes en la mayoría de las zonas agrícolas del país y su recogida sería factible de mecanización.

El olivar (1.4×10^6 t/año), seguido del viñedo (0.7×10^6 t/año) son los cultivos que mayor cantidad de residuo lignocelulósico generan. A las cantidades citadas habría que añadir la retirada de los frutales muertos.

RESIDUOS DE CULTIVOS INDUSTRIALES

Dentro de los cultivos industriales destacan por su importancia el girasol, el algodón y la caña de azúcar, aunque su incidencia sobre el total de residuos agrícolas no es demasiado relevante. El cultivo del girasol genera el 56% de todos los residuos de cultivos industriales (1980), con una clara tendencia al alza. La utilización de estos residuos presentaría un claro beneficio para el agricultor, que encuentra serios problemas para la eliminación de los productos residuales. El total de residuos producidos se estima en 10^6 t/año.

RESIDUOS AGRÍCOLAS NO LEÑOSOS

Están constituidos esencialmente por los residuos producidos en los cultivos de cereales y en algunos cultivos de plantas con utilidad industrial textil y oleícola principalmente.

Representan un importante potencial de difícil utilización, debido a la gran dispersión de los productos, baja densidad y problemas en la combustión, por lo que su aprovechamiento es más problemático.

La utilización de la paja de los cereales tiene un uso muy diferenciado de acuerdo con las características específicas de las distintas regiones, pero la cantidad que se quema todos los años por falta de demanda es muy importante.

Las cantidades de residuo que es posible obtener de los diferentes cultivos se calculan aplicando los siguientes coeficientes a los rendimientos obtenidos en peso de grano.

Tipo de cultivo	Coef.
Trigo	1.2
Cebada y avena	1.35
Centeno	2.5
Maíz	2.73
Arroz	1.5
Sorgo	1.7

La mayor producción de paja residual se da en la Comunidad de Castilla León, donde la cantidad de paja de cereal recolectada (década 1971-80) fue de 3.357.300 t/año, siendo el consumo aproximado del 5% del total ya que, aunque parte se envía a otras regiones, el resto se quema sobre el terreno. La media de paja por unidad de cultivo se puede estimar en 1.6 kg/ha, cifra muy parecida a la media nacional que es del orden 1.5 kg/ha.

RESIDUOS INDUSTRIALES DE TIPO ORGÁNICO

Los residuos de tipo orgánico generados en las actividades industriales son muy variados, aunque cuantitativamente la producción real es muy escasa. Podemos destacar los producidos en las siguientes actividades económicas: Industrias de conservación y envase de frutas y legumbres; industrias alimentarias diversas (fabricación de aceite de oliva); fabricación y rectificación de alcoholes y elaboración de bebidas, industrias del corcho.....

Las cantidades de residuos generados por este tipo de industrias se estima en:

Industria	Residuo en 10³ t/año
Conservas vegetales	656.1
Almazaras y extracción de aceites	637.2
Extractoras de vino	1502,8
Frutos secos	2207.8

Por otra parte, hay que considerar los cultivos energéticos, que pueden resultar de gran interés en zonas marginales o terrenos de escasa productividad agrícola con cultivos tradicionales. En la actualidad, la Política Agraria Comunitaria (PAC) pretende reducir los excedentes de cereales y otros cultivos, con lo que a medio plazo se contempla la posibilidad de dedicar grandes extensiones agrarias a la producción de madera y, en algunos casos, sería posible la implantación de cultivos energéticos en turno corto.

En España la producción total de biomasa es de unas 12 Mtep/año, de las que el 60 % corresponde al Sector Agrícola y el 18% al Forestal. Los residuos de industrias madereras son los más utilizados en la práctica ya que se emplean de manera más rentable, por más estar concentrada su producción y ser ésta muy estable y sostenida, por lo que su consumo es menos sensible a las variaciones políticas del precio de los crudos o del gas natural.

3.4.2.- PROCESOS Y TECNOLOGIAS DE CONVERSION DE LA BIOMASA

La biomasa puede ser tratada mediante diferentes procesos que dan lugar a diversos productos tanto sólidos como líquidos y gaseosos los cuales poseen un interés energético y para uso agrícola e industrial.

Atendiendo a la naturaleza del agente que produce la transformación, los citados procesos se clasifican en termoquímicos, biológicos y químicos según sean la temperatura, los microorganismos o productos químicos los determinantes de los citados procesos, junto con los productos finales obtenidos.

a) Procesos termoquímicos

En la actualidad el método mas utilizado tanto en el sector doméstico como en el industriales la combustión directa de los biocombustibles sólidos, entre los que pueden incluirse la madera, residuos agrícolas, forestales y de industrias derivadas y los RSU, para producción de calor y/o electricidad. La cogeneración con biomasa es hoy en día, en muchos países desarrollados, una opción rentable para las industrias generadoras de residuos. Por otra parte, la producción de electricidad a partir de biomasa es una de las opciones más viables para producir esta energía en zonas rurales de muchos países del tercer mundo o en vías de desarrollo en donde no existe distribución de energía eléctrica desde las centrales de producción, y que, sin embargo, tienen una amplia disponibilidad de recursos biomásicos.

La gasificación tradicional, con aire, de la madera, residuos forestales y de industrias derivadas es otro método de aprovechamiento de la biomasa que posee en la actualidad su principal aplicación en los países en vías de desarrollo, en instalaciones descentralizadas, en las que el Gas pobre obtenido es quemado para la producción de calor o electricidad, en pequeñas turbinas o motogeneradores. Ultimamente se han desarrollado a nivel comercial procesos de gasificación en lecho fluidizado de los RSU que presentan notables ventajas bajo un punto de vista medioambiental frente a los de incineración clásicos.

En general, la producción eléctrica mediante gasificación de la biomasa y alimentación con el gas pobre de una turbina de gas, es un proceso más eficiente que la utilización de la misma en un ciclo de vapor clásico.

Por último, otro aprovechamiento energético de la madera y residuos forestales lo constituye el proceso de pirólisis, por el que se obtiene carbón vegetal. Hasta la llegada del carbón fósil a finales del siglo XIX, la industria siderúrgica utilizó carbón vegetal como combustible en los altos hornos. Asimismo, el carbón vegetal se empleo como elemento de calefacción en el sector doméstico. Hoy en día, este producto, de alto valor añadido, es todavía utilizado como combustible en países subdesarrollados, si bien su uso energético esta decreciendo y encuentra mayores aplicaciones para la producción de carbón activo, de aplicación cada vez más amplia en las industrias siderúrgica, agroalimentaria, farmacéutica y de tratamiento de aguas. Actualmente, están en fase de predemostración los procesos de pirólisis rápida mediante los cuales se obtienen como productos mayoritarios los denominados aceites de pirólisis constituidos por una mezcla compleja de productos orgánicos, y que encuentran su principal aplicación como sustitutivo bajo en azufre del fuel-oil.

b) Procedimientos biológicos

A diferencia de las biomásas "secas", que encuentran sus principales aplicaciones en los procesos termoquímicos de combustión, gasificación y pirólisis, las biomásas con alto contenido en humedad, tales como los residuos ganaderos y de industrias agroalimentarias, aguas fecales urbanas y RSU con alto contenido en materia orgánica (ver figura 2) son tratadas preferentemente mediante procesos microbiológicos que producen la degradación de sus compuestos dando lugar a diferentes productos de interés energético, agrícola e industrial.

Uno de los citados procedimientos es el de fermentación anaerobia que determina la transformación biológica de la materia orgánica en ausencia de oxígeno en el denominado biogás constituido principalmente por CO₂ y metano. El biogás puede ser utilizado como combustible para la producción de calor y/o electricidad.

El proceso de digestión anaerobia, aplicado siempre a biomásas residuales, tiene lugar en los digestores anaerobios de las plantas de depuración de estos residuos, así como en los vertederos controlados de RSU.

Bajo un punto de vista económico, la producción de biomasa a partir de residuos líquidos no es, en general, un proceso rentable ya que el valor del biogás obtenido no justifica las inversiones a realizar en la plantas de depuración; se trata, por tanto en este caso, de un proceso fundamentalmente depurativo y no energético. No ocurre así en muchas ocasiones con el biogás generado en vertederos controlados cuya extracción y utilización puede constituir un proceso rentable sobre todo si los puntos de consumo de calor y/o electricidad están en el propio vertedero o en zonas próximas.

Otro proceso biológico de conversión de la biomasa muy importante actualmente es el de fermentación alcohólica, para la obtención de etanol que es utilizado como combustible de vehículos ligeros. bien como único componente o en mezclas con gasolina.

Actualmente, se están consumiendo en el mundo como combustible de vehículos más de 150 millones de hectolitros de etanol obtenidos por fermentación de la biomasa (bioetanol) que es utilizado, principalmente, en Estados Unidos (unos 30 millones de hectolitros en 1990), donde se obtiene de las melazas y excedentes de cosechas de cereales, y Brasil (alrededor de 120 millones de hectolitros anuales), donde se produce a partir de la caña de azúcar. Asimismo, es empleado en menores cantidades en diferentes países de África y América del Sur.

Además de productos energéticos, por fermentación de biomásas residuales, se obtienen una serie de compuestos principalmente ácidos orgánicos y alcoholes de gran interés para la industria química.

De especial mención en este campo son los plásticos obtenibles a partir de los azúcares de la biomasa, tales como el polihidroxibutirato que, si bien en la actualidad se producen aún en pequeñas cantidades, debido a sus altos precios, tienen la ventaja frente a los convencionales de su gran biodegradabilidad. En la actualidad, en la CEE, se producen plásticos comerciales de este tipo conocidos con el nombre de MATER-BI R del que se producen en Francia unas 5000 t/año por la Societe Novamont a un precio de 27 FF/Kg, y el denominado BIOPOL producido en Inglaterra por ICI a razón de unas 10.000 t/año y un costo de 30 FF/Kg. La utilización de estos plásticos es no obstante muy pequeña, así, un producto con

aplicaciones semejantes como el polietileno, derivado del petróleo, se produce a 8 F/Kg y de él se utilizan en la CEE unos 5 Mt/año. Sin embargo, es previsible un aumento en la producción de bioplásticos debido a sus ventajas medioambientales y a una reducción de los costos de su producción.

Por último cabe citar el compostaje como proceso biológico de conversión de ciertas biomasa residual entre las que se incluyen los residuos agrícolas y forestales, ganaderos, agroalimentarios y la fracción orgánica de los RSU, que da lugar a un producto más estable denominado compost con importantes aplicaciones agrícolas en el cultivo de hongos y como mejorante y fertilizante de suelos agrícolas. En la actualidad, el mercado de este producto es pequeño, alrededor de 1 Mt en la CEE, pero es de esperar que en un futuro pueda sustituir, al menos parcialmente, a los fertilizantes agrícolas sintéticos cuyo empleo masivo está causando un impacto muy negativo sobre la fertilidad de los suelos y el cual se está tratando de disminuir en diferentes países incluida la propia CEE.

c) Procedimientos químicos y físicos

Además de los procesos para obtención de pasta de papel, entre estos procedimientos, los más importantes, en relación con procesos de aprovechamiento energético de la biomasa, son la extracción de aceites vegetales, principalmente, del girasol y la colza como especies más productivas en Europa y la posterior esterificación de los mismos.

Estos productos y, fundamentalmente, los ésteres metílicos o etílicos, se pueden emplear como combustibles en motores diesel, bien solos o en mezclas con gasoil.

Aunque este desarrollo puede todavía considerarse en fase de demostración, los resultados obtenidos en muy diversas experiencias en distintos países con ésteres de aceites vegetales arrojan resultados muy favorables, tanto en el aspecto del comportamiento con los motores diesel de este tipo de combustibles como en el de mejora de emisiones. Sin embargo, los aceites vegetales sin esterificar precisan modificaciones en los motores convencionales y producen índices de contaminación superiores al gasóleo en cuanto a CO, partículas y NOx.

3.4.3.- PRETRATAMIENTOS DE LA BIOMASA LIGNOCELULOSICA

Los procesos de transformación física de la fitomasa residual en general, y especialmente el proceso de compactación suponen un reto tanto técnico como económico para el aprovechamiento energético de estos materiales de naturaleza heterogénea y formas y tamaños dispares ya que los elevados costes de manejo y la puesta a punto de las tecnologías más adecuadas en cada caso dificultan, encarecen y condicionan los proyectos específicos que serían potencialmente realizables en este sector de las Energías Renovables.

En función de la propia naturaleza de los productos residuales empleados como materia prima y de su presentación y características intrínsecas específicas, será preciso realizar una o varias etapas de transformación física y acondicionamiento previo, siempre que el mayor valor añadido de los productos que se obtienen permita la introducción de éstos en mercados donde el precio de los combustibles renovables compense los costes ocasionados por el manejo y manipulación a que son sometidos.

En determinadas circunstancias, resulta imprescindible, o incluso rentable, deshidratar la biomasa y/o someterla a una o más etapas de reducción granulométrica y acondicionamiento estructural; o incluso es posible compactar la biomasa residual lignocelulósica para obtener productos combustibles de alta densidad (600 a 1300 kg/m³), que se utilizan como sustitutivos del carbón y la leña.

El coste final del producto obtenido depende del incremento de valor añadido que se obtiene al someter la materia prima a los diferentes procesos de acondicionamiento y transformación física. Así, por ejemplo para la obtención de productos de muy alto valor añadido como las briquetas, pellets o gránulos el coste es superior al del resto de los residuos transformados en combustibles sometidos a menos procesos de transformación como las astillas, serrín, virutas, etc. No obstante, el precio de venta potencialmente alcanzable por estos combustibles más elaborados, justifica en muchos casos las inversiones y costes adicionales necesarios para obtenerlos.

Las principales etapas de transformación realizables para el tratamiento de la fitomasa residual son las siguientes:

ASTILLADO, SECADO NATURAL, SECADO FORZADO, MOLIENDA, TAMIZADO Y DENSIFICACION.

Seguidamente, se describe someramente la problemática específica de cada fase de transformación física:

ASTILLADO

El astillado de monte es un proceso mediante el que se consigue una primera etapa de reducción granulométrica, que permite obtener astillas (chips) con un tamaño máximo de partícula que posibilita el manejo, almacenaje, carga y transporte de los residuos de una forma técnicamente viable ya que, de otra forma, estos productos residuales serían inmanejables utilizando métodos convencionales.

Los principales problemas durante esta etapa radican fundamentalmente en la dispersión de los residuos, que hace difícil su concentración en puntos determinados, donde se realizan los trabajos forestales y que, en muchos casos, se generan en lugares de difícil accesibilidad, debido a las fuertes pendientes del terreno, características estructurales de éste y baja densidad de vías de saca, pistas, caminos forestales, cortafuegos y, en general, vías por las que se pueda acceder

mediante maquinaria pesada hasta los puntos de concentración de esta fitomasa residual forestal.

Por este motivo, los equipos de astillado existentes en el mercado mundial son de características muy variadas, de forma que para cada tipología de explotación se puede elegir entre equipos más o menos sofisticados, dotados de sistemas más o menos automáticos para realizar las diferentes fases de que consta el proceso de astillado (alimentación, trituración, recolección de astillas).

Lo intrincado de algunos montes y la elevada densidad del arbolado y el sotobosque es otro factor limitante para el empleo de maquinaria pesada; por lo que, en la mayoría de los casos, sólo es posible trabajar desde las pistas, caminos forestales y cortafuegos, hasta donde deben extraerse los residuos generados en el monte. Esto dificulta notablemente los trabajos ya que la extracción debe hacerse de forma manual o con ayuda de cabrestantes, skidders, etc. Pero, en cualquier caso, la distancia máxima de actuación desde las pistas no suele superar los 50 m en terreno llano y los 25 si se trabaja en pendiente, con lo que puede quedar gran cantidad de residuo sin aprovechamiento y el que se aprovecha se obtiene a un coste muy elevado.

Otro de los problemas a tener en cuenta es la presencia de cuerpos extraños, como son los elementos metálicos (herraduras, balines, perdigones, clavos, postas, alambres, etc.) presentes en los residuos forestales y que pueden causar roturas, atascos y fuertes desgastes en los rodillos y cuchillas de los equipos de astillado.

Asímismo, la presencia de partículas minerales procedentes del polvo, arrastres del viento, etc., que se concentran en la corteza de los árboles es otro factor de desgaste de las piezas y elementos mecánicos de la maquinaria forestal. Además, hay que tener en cuenta que los aportes de áridos producidos durante el arrastre y extracción de los residuos incrementa notablemente este efecto abrasivo, con el consiguiente aumento de los costes de mantenimiento y reparación de la maquinaria.

En algunos casos, la presencia de elevados porcentajes de hojas, restos herbáceos de brozas y rozas y de cortezas de naturaleza fibrosa, produce el atasco y obstrucción de los elementos móviles de estas máquinas, lo cual dificulta los trabajos, al cegarse las salidas de astilla o interrumpirse el correcto funcionamiento de las mismas, lo cual conlleva las consiguientes paradas y tiempos muertos y el incremento de los costes unitarios y reducción de rendimientos.

Otro de los parámetros a tener en cuenta en cuanto a la problemática de la transformación de los residuos forestales es su baja densidad, lo cual hace que los rendimientos en peso obtenidos sean muy bajos y que haya que manejar importantes volúmenes de residuo para mantener una explotación dentro de los umbrales de rentabilidad ya que los costes de explotación por tonelada generada son muy elevados.

Finalmente, otro factor que incide sobre la problemática del aprovechamiento de los residuos es el elevado contenido de humedad que presentan, lo cual dificulta el manejo de los mismos ya que un residuo húmedo se astilla con mayor dificultad y las astillas obtenidas son más heterogéneas y tienen un importante porcentaje de piezas largas, que dificultan su manipulación posterior. Además, se incrementan los costes energéticos del astillado y del transporte. Por este motivo, es necesario realizar técnicas de Secado Natural que se describen seguidamente.

SECADO NATURAL

Es una técnica simple basada en el aprovechamiento de las condiciones ambientales favorables para facilitar la deshidratación de los residuos y obtener unos niveles de humedad que posibiliten un manejo económico y que faciliten las siguientes fases de transformación a realizar o bien, permitan obtener unos rendimientos aceptables en los procesos de conversión energética a que sean destinados los residuos.

En primer lugar, cabe distinguir entre el secado natural de los residuos según se generan y el secado de éstos una vez convertidos en astillas.

En el primer caso, puede ocurrir que, si existen en el residuo organismos patógenos, hongos o insectos, éstos puedan proliferar y desarrollarse, afectando al resto de la masa forestal; por lo que, si existe esta posibilidad, es necesario realizar la extracción de los residuos del monte con la mayor premura posible.

Por otra parte, en lugares en los que existe un riesgo potencial de incendio, los residuos secos son un posible foco de generación y propagación del fuego, por lo que este factor debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar las labores de secado natural en el tiempo y en el espacio.

En cuanto a los factores limitantes de la eficacia de secado de los residuos destacan: la humedad ambiental, la distribución de temperaturas medias y extremas, el régimen de precipitaciones, tanto en valores absolutos como de frecuencia, y las precipitaciones en estado sólido, así como el tiempo de heladas. Además, tienen influencia parámetros como la intensidad de los vientos dominantes, grado de insolación y exposición (solana, umbría).

Estos factores son los que condicionan la eficacia y eficiencia de la desecación producida y dependen de las características climáticas de la estación, de la época del año en que se realicen los trabajos y del tiempo que permanezcan los residuos apilados, así como del tamaño y forma de las pilas de material y, lógicamente, del calibre de las piezas de residuo y de su propia naturaleza.

En cuanto al secado natural de los montones de residuo astillado, cabría hacer las mismas consideraciones que en el caso anterior, si se preparan los montones en el propio monte o si las astillas se almacenan extendidas en campas al aire libre, sin proceder a su amontonamiento. Sin embargo, en el caso de que se preparen grandes montones de astilla, entran en juego una serie de factores nuevos, debidos a las condiciones ambientales especiales que se producen en la parte interior de las pilas de residuo, al estar esta zona aislada de la influencia ambiental exterior, que sólo afecta a una capa superficial de astillas con un espesor medio máximo de unos 50 cm.

En la zona interior de los montones se producen fermentaciones parcialmente anaerobias y se desarrollan y esporulan bacterias y cepas de hongos, lo cual produce un importante incremento de temperatura que, por encima del límite de los 60°C, ocasiona degradación química de los compuestos lignocelulósicos y un aumento de temperatura hasta valores de 70-90°C.

Este fenómeno puede ser utilizado positivamente si se hace un

seguimiento de las condiciones existentes en el interior de los montones y, mediante un manejo adecuado, se favorece el incremento térmico, pero sin llegar a límites excesivos ya que, de esta manera, se consigue extraer el agua desde el interior de las piezas de astilla hasta la superficie de las mismas, con lo que se facilita su posterior evacuación a la atmósfera y la consiguiente desecación del producto residual.

Sin embargo, si el manejo de los montones es inadecuado se puede llegar a producir la carbonización de las astillas, con una importante pérdida de poder calorífico y degradación física estructural. En casos extremos se puede llegar a producir incluso la autoignición de los montones de astillas, con riesgo potencial de propagación a otras zonas.

Este fenómeno de autocombustión se fomenta cuando se hacen montones de astillas demasiado grandes, donde las condiciones de anaerobiosis en el interior de las pilas son importantes. Por este motivo, se recomienda hacer montones que no rebasen los 40-50 m³ de producto almacenado. Por otra parte, el grado de humedad inicial y la propia naturaleza de los residuos condiciona de forma importante este fenómeno térmico.

En cuanto a las condiciones específicas de manejo, conviene que los montones no sean compactados por el peso de maquinaria utilizada para hacer o remover los mismos, por lo que las pilas deben levantarse por gravedad, evitando, en lo posible, el apelmazamiento de las astillas.

Otro factor de riesgo es la presencia de abundantes cantidades de materiales finos o de corteza, que impiden la entrada de aire hasta el interior de los montones. Esto acelera el proceso de calentamiento interno, debido a la falta de una mínima aireación que garantice el "efecto chimenea", mediante el que el calor es evacuado hasta la cumbre de los montones de astilla y, de esta forma, el agua es arrastrada desde el interior a la superficie de los montones, y de aquí pasa a la atmósfera.

Para evitar estos problemas accesorios al secado naturales preciso hacer un seguimiento de las temperaturas generadas en el interior y remover y/o descabezar los montones de forma adecuada, evitando el aporte de piedras y tierra durante la manipulación, incluso a costa de perder una capa de astillas que se deja sobre el terreno para evitar el contacto de la maquinaria (palas, pinzas, etc.) con la tierra y el suelo.

SECADO FORZADO

En muchos casos, la fitomasa residual se presenta con elevados contenidos de humedad (>50%), lo cual plantea serios problemas para su utilización con fines energéticos como: Incremento de los costes de extracción y manejo, encarecimiento del transporte, dificultad o imposibilidad de transformación en combustibles de calidad, reducción de rendimientos en las fases de transformación, baja eficacia en procesos de conversión termoquímica, incremento en la producción de sustancias contaminantes, formación de incrustaciones en las calderas, combustión inestable y poco eficaz.

Por estos motivos es necesario reducir el contenido de humedad hasta valores del orden del 20 al 30%. Cuando no es posible reducir la humedad del combustible residual mediante técnicas de secado natural se recurre al secado

forzado (o a sistemas combinados de ambos) utilizando equipos que, mediante la aportación de un flujo térmico, permiten la deshidratación de los residuos hasta los valores deseados. Para ello se emplean secaderos neumáticos o rotatorios.

MOLIENDA

La molienda de los residuos es una práctica recomendable cuando se trata de obtener combustibles de mayor calidad e imprescindible cuando se pretende utilizar estos productos en equipos de conversión energética específicamente diseñados para manejar productos más finos que las astillas (inyectores, hornos especiales, etc). También es necesario realizar este tipo de transformación física cuando se trata de fabricar combustibles densificados como las briquetas y los pellets.

La problemática accesoria a la molienda es muy compleja ya que entran en juego una serie de factores dependientes del propio material a manejar y otros que son función de las características de la instalación y maquinaria utilizada en cada caso.

En primer lugar, en lo referente a las características y presentación de los residuos astillados, destaca la presencia de materiales indeseables como elementos metálicos, piedras, arena, piezas de gran tamaño, etc. Estos materiales producen graves problemas en las instalaciones de molienda, por lo que es necesaria su eliminación, previa a la reducción granulométrica propiamente dicha.

DENSIFICACION

Otra posibilidad dentro de los procesos de transformación física de los residuos, consiste en la compactación de los mismos para obtener productos combustibles densificados utilizables como sustituto energético.

Generalmente, en la mayoría de los casos es necesario haber acondicionado previamente los residuos mediante todas o algunas de las etapas de transformación física que se han comentado anteriormente (astillado, secado, molienda), por lo que, lógicamente, el coste final del producto obtenido (briquetas, pellets, gránulos) es superior al del resto de los residuos transformados en combustibles (astillas, serrín, virutas, etc.) . No obstante, el precio de venta potencialmente alcanzable por estos combustibles densificados justifica, en muchos casos, las inversiones y costes adicionales necesarios para obtenerlos.

En cuanto a la problemática específica de este tipo de tratamiento secundario de los residuos, hay que destacar que los problemas, generalmente, vienen ocasionados por no cumplir las materias primas utilizadas las condiciones idóneas de humedad y granulometría que se requieren (que oscilan en un intervalo muy estrecho) ya que al tratarse de procesos (briquetado, peletizado) con unos requisitos muy específicos para el correcto funcionamiento de la maquinaria utilizada, cuando se producen ligeras variaciones en las características del flujo de material, el funcionamiento de los equipos se resiente notablemente y se producen paradas, obstrucciones y atascos, así como sobrecargas y otras deficiencias, que impiden la fabricación del densificado de una manera correcta.

En el caso de Briquetado se puede recurrir a equipos de compactación por impacto o por extrusión, sistema este último donde los desgastes son muy superiores, pero que admite mayores variaciones puntuales de las características del

flujo de materia y la calidad del producto final es mucho más controlable, especialmente si se utilizan sistemas dotados de "manto caliente" para la regulación y control de la temperatura de precompactación.

Cuando se pretende eliminar unos residuos mediante briquetado pero no se requieren unas características de alta calidad en las briquetas, se suelen utilizar sistemas de briquetado neumáticos o hidráulicos, que admiten materias primas con unos requisitos de humedad y granulometría mucho menos precisos que cuando se trata de obtener briquetas de alta calidad.

En cuanto al Peletizado, pueden utilizarse equipos de matriz anular o plana, teniendo éstos últimos la ventaja de que se puede duplicar la vida media de las matrices, al ser éstas reversibles, además de ser más baratas que las de tipo circular. Por otra parte, las características de los sistemas de rodillos que generan la presión sobre el material (1,2,3,4,5) y la forma y calibre de los orificios de las matrices, condicionan las características finales de los productos peletizados.

3.4.4.- PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCION Y USO DE BIOMASA

La mayor parte de los estudios realizados sobre el futuro de la biomasa coinciden en señalar unas perspectivas favorables a corto-medio plazo para este recurso y, así, en el horizonte del año 2000, la energía de la biomasa seguirá siendo una fuente de primer orden para los países en vías de desarrollo y su contribución al panorama energético de la mayor parte de los países industrializados tendrá una línea ascendente. Estas estimaciones se hacen en base a distintas consideraciones:

- a) Las previsiones de incremento de precios de los productos fósiles que hará más competitivos a los derivados de la biomasa.
- b) Las ventajas medioambientales y socioeconómicas de la producción y utilización de la biomasa que, valoradas adecuadamente, deberán traducirse en una mayor competitividad de los productos derivados de la misma.
- c) La gran variedad de productos energéticos y no energéticos obtenidos, comparable a la producida del petróleo, lo que convierte a la biomasa en la fuente renovable más versátil.
- d) La gran importancia de los sectores de mercado en los que incide la biomasa entre los que se incluyen el energético y el de productos químicos, capaces de absorber una gran cantidad de recursos.
- e) La enorme potencialidad de la propia biomasa y la madurez de un gran número de tecnologías de conversión, lo que coloca a la misma en una posición favorable para cubrir a corto plazo y de una manera real una fracción significativa de estos mercados, incluso en los países más industrializados. Como ejemplo, en la tabla 5 se indica la contribución que la biomasa podría aportar en el año 2000 en la actual UE a cinco sectores de mercado importantes, supuesta una utilización realista de recursos equivalente a 100 MTEP/año en base, tan sólo, a biomasa residual.

Como sectores de mercado de consumo y tecnologías que se identifican

más prometedoras figuran los siguientes:

. Calor.- Es el sector de más importante aplicación de la biomasa hoy en día y continuará siéndolo a corto y medio plazo. Como principales desarrollos esperados en este campo figuran los sistemas de combustión avanzada creados para la generación eléctrica. Como combustibles se emplearán la biomasa por combustión directa o bien los líquidos obtenidos por pirólisis rápidas de la misma, de características similares al fuel-oil y que, como todos los biocombustibles, tienen la ventaja de estar prácticamente exentos de azufre en su composición.

Como subproducto de las pirólisis rápidas de la biomasa se obtienen pequeñas cantidades de carbón vegetal que, una vez pelletizado, podrá ser usado por la industria siderúrgica en la fabricación de diversos aceros.

. Eléctrico.- La producción de electricidad es ya hoy en día una de las alternativas más rentables de utilización de la biomasa y, posiblemente, la que experimente mayor desarrollo a corto plazo.

La electricidad de la biomasa se produce actualmente tanto en instalaciones descentralizadas como centralizadas y de potencias que van de 0,2 a 100 MW.

El mercado potencial a corto plazo de este sector en los países en vías de desarrollo se ha estimado entorno a 120.000 MW y, en la UE, el programa ALTENER propone como objetivo la generación de 80 TW.h/año para el año 2005.

Como principales desarrollos en este campo, que contribuirán a aumentar la eficacia de generación eléctrica y la competitividad de la tecnología, figuran los sistemas de combustión más limpios y eficaces de biomasa como la combustión en lecho fluido, tanto atmosférico como presurizado, el desarrollo de la gasificación a presión y de los ciclos de gasificación integrada en ciclo combinado (IGCC) y de inyección de vapor (STIG), el desarrollo de sistemas de gasificación con vapor de agua u oxígeno que den lugar a un gas de poder calorífico medio (3000-4000 Kcal/Nm³) con el que puede sintetizarse biometanol para ser utilizado competitivamente con el gasoil en motogeneradores eléctricos, que son sistemas de generación eléctrica más eficaces que la turbina de vapor; y el empleo de los líquidos obtenidos en las pirólisis rápidas tipo "flash" y "fast" de la biomasa en centrales térmicas eléctricas, en sustitución de productos fósiles, como el fuel-oil. Para ello, deberán, asimismo, ser en primer lugar mejor estudiados los procesos de pirólisis rápida que aún están en fase de predemostración.

. Transporte.- Al bioetanol, aceites vegetales y derivados, se podrán unir en un futuro los productos sintetizados por hidrogenación de los líquidos resultantes de las pirólisis rápida de la biomasa de características parecidas al gasoleo, pero exentos de azufre, así como el biometanol y los tercbutileteres (ETBE y MTBE) derivados de ambos alcoholes que pueden emplearse con ventajas sobre ellos como aditivos oxigenados a las gasolinas, para mejorar la calidad de las mismas. El Programa ALTENER marca como objetivo la sustitución en la UE de hasta un 5% de los combustibles fósiles de automoción por biocombustibles líquidos en los próximos diez años, mientras que el programa de bioetanol de Estados Unidos pretende duplicar y elevar hasta unos 60 millones de hectolitros anuales la cantidad de bioetanol utilizada como combustible en USA en los últimos años de esta década.

. Industria Química.

Como ya se ha comentado anteriormente, la biomasa constituye una excelente materia prima para la síntesis de una gran variedad de productos utilizados por la industria. Estos productos provienen en su mayor parte de los azúcares simples obtenibles de la biomasa y, más concretamente de la glucosa que es el azúcar mayoritario, y los niveles de su producción están íntimamente ligados a los precios industriales del azúcar y del petróleo.

Por lo demás, la aplicación de la Biotecnología a la transformación de la biomasa está ofreciendo día a día nuevas posibilidades de obtención de productos, por lo que es de prever una fuerte expansión de la biomasa en este campo.

. Madera y producción de papel.

Por último, el sector de la madera es otro en los que se espera que la biomasa aporte nuevas posibilidades en los próximos años a través, principalmente, de la sustitución de la madera como materia prima tradicional, por otros sustratos de más bajo coste, como la biomasa de residuos agrícolas y cultivos agroenergéticos herbáceos, lo cual puede contribuir no solo a abaratar el coste de los productos finales sino también a preservar los bosques de la sobreexplotación.

Situación actual y perspectivas de la biomasa en España

Según el vigente Plan de Energías Renovables de 1989, la energía de la biomasa en el año 1988 supuso una contribución al panorama energético español de 2,1 MTEP lo cual equivale al 83% de lo aportado por el total de las energías renovables, y alrededor de un 2,5% de la energía primaria consumida en el país (PER 89, 1989).

En la tabla 6 se muestran los recursos de biomasa residual potencial y utilizable en España según dos estudios publicados en 1986 y 1991. Como puede observarse, más de un 90% de la energía de la biomasa utilizable está contenida en los residuos forestales y agrícolas (incluidas industrias de la madera) que son, por otra parte, los recursos que suponen la práctica totalidad de la contribución energética real actual.

La cogeneración de residuos seguirá siendo a corto y medio plazo la tecnología más empleada por la industria, por ser la más rentable, y muy fundamentalmente en los casos de aquellas industrias que son generadoras de residuos y tienen necesidades térmicas y eléctricas tales como las papeleras. Asimismo, seguirá siendo notable la utilización de la biomasa en el sector doméstico, para calefacción y agua caliente sanitaria.

Como biomasa más utilizada seguirán siendo los residuos forestales, agrícolas y de industrias de la madera, si bien, a corto plazo, es de prever una aportación importante a partir de la incineración de RSU (0,33 MTEP/año previstos en el PER 89 a partir de 1995) y del aprovechamiento del biogás producido en los vertederos controlados. En este sentido, ya se ha instalado 1 MWe de potencia en el vertedero central de Asturias, estando en proyecto la ampliación de este proyecto de cogeneración de biogás hasta los 4 MWe. Asimismo en otros vertederos, como en el de Artigas en Bilbao (1 MWe a partir de 1992), están previstos proyectos de este tipo.

Asimismo, es también de prever, un incremento en el número de instalaciones depuradoras de vertidos líquidos con aprovechamiento del biogás

generado en el proceso de digestión de los mismos como consecuencia de la cada vez más urgente legislación medioambiental respecto al tratamiento de los mismos.

En lo referente a la posible introducción en España de la producción de biomasa energética, ésta presenta un alto grado de incertidumbre a corto y medio plazo. Sin embargo, el actual programa de forestación, que contempla la plantación de 1 millón de hectáreas de árboles en el territorio nacional, y el establecimiento a medio plazo de cultivos agroenergéticos podrían ser soluciones a tener en cuenta a la hora de abordar no sólo nuestra dependencia energética del petróleo sino también importantes fenómenos que sufre el país como la creciente desertificación, la quema de bosques y el progresivo abandono de tierras agrícolas tras nuestra entrada en la UE, por la falta de rentabilidad de su cultivo.

I.- 4.-RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS.

El primer punto básico a la hora de abordar el problema de los RTP es conocer exactamente que tipo de residuo se esta generando y en que cantidad.

A primera vista parece obvio que todo industrial debería conocer la naturaleza de su residuo, pero no es así ya que muchas industrias (fundamentalmente las pequeñas) adquieren productos del que sólo saben la marca comercial, sin conocer los componentes del producto; de ahí que sea necesario solicitar a la empresa suministradora la ficha técnica del mismo. Aún a sabiendas de que los fabricantes de dichos compuestos son reacios a revelar la información de sus productos, debido a que en el momento de su destrucción, sólo es necesario conocer la composición cualitativa de los principales componentes (y no de catalizadores y/o enmascarantes que contienen), no es lógico que se nieguen a dar los datos necesarios para proceder a una adecuada eliminación o destrucción.

No obstante, a no ser que la retirada del residuo sea de máxima urgencia (caso de accidente), el gestor deberá tomar muestras para efectuar un ensayo de tratamiento para dar al residuo el destino final más adecuado.

Asimismo, es imprescindible conocer la cantidad de residuo que se genera para establecer un plan de evacuación de los mismos. La ley básica del RTP establece un tiempo máximo de almacenaje de 6 meses.

4.1.- FILOSOFIA DEL TRATAMIENTO, GESTION Y MANEJO

Cuando se generan varios tipos de residuos es conveniente conocer la compatibilidad de los mismos en cuanto a su destino final ya que dos residuos distintos pueden ser susceptibles de regeneración, mientras que si se mezclan el destino final puede tener un coste elevado. Por ejemplo: los aceites y los disolventes clorados son susceptibles de regeneración pero la mezcla de ambos requiere un tratamiento de incineración como organoclorado, lo cual es muy costoso. Por ello, cada empresa debe tener una política de concienciación de sus empleados, con objeto de proceder a una separación de los residuos que sean incompatibles. El logro de tal objetivo sólo se podrá conseguir mediante charlas con los encargados de sección.

Otro hecho bastante frecuente es que, por desgracia, hasta ahora al residuo industrial se le ha considerado como BASURA, siendo muy frecuente encontrar en bidones y contenedores, residuos de categoría urbana y bocadillos, peladuras, etc.

ALMACENAMIENTO.-

La forma de almacenamiento puede incidir en un porcentaje variable sobre los costes de manipulación y transporte ya que, por ejemplo, transportar líquidos en cisterna es mucho más cómodo en cuanto a carga, descarga y transporte.

Dicha forma de almacenamiento va íntimamente ligada con la capacidad de generación de residuos ya que para un productor pequeño (10 t/año) no sería lógico instalar depósitos de almacenamiento, pues la inversión no le resultaría rentable frente al coste de transporte. Además, la legislación actual no le permite un período de almacenamiento superior a 6 meses, con lo que la capacidad de almacenamiento debería ser del orden de 6-7 t y el transporte en cisterna de 20 t es antieconómico.

El almacenamiento de líquidos en cisterna o depósitos enterrados sólo es aconsejable para medianos-grandes productores (superior a 3 t/mes).

Los residuos sólidos, bien sea en forma pulverulenta o en forma de tortas procedente de filtro-prensa, deberán estar almacenados en **contenedores cerrados** para evitar los aportes del agua de lluvia o que se produzcan emisiones atmosféricas (residuos pulverulentos). Asimismo, para este tipo de residuos, se deberá estudiar la forma de carga más adecuada (volquete, descarga inferior).

Los residuos semisólidos (pastosos) deberán almacenarse en depósitos enterrados ya que la forma más idónea para la carga, transporte y descarga consiste en utilizar camiones mixtos presión-aspiración, siendo muy útiles para efectuar una eventual limpieza de dichos depósitos, debido a la adherencia de los residuos a las paredes de los mismos.

El parque de almacenamiento deberá contar con todas las medidas de seguridad y compartimientos estancos para cada tipo de residuos y evitar que puedan producirse mezclas, que ocasionen graves perjuicios. Por ejemplo: si por accidente se mezclasen Cn y ácidos se produciría un desprendimiento de gas cianhídrico letal.

Los tanques y recintos para el almacenamiento de residuos deberán contar con un certificado de homologación del Ministerio de Industria.

RELACION PRODUCTOR - GESTOR.-

Dicha relación debe ser lo más estrecha posible, debiendo conocer el gestor exactamente el residuo que genera el productor.

Los pasos a seguir según establece la ley son:

- Solicitud por parte del productor de aceptación del residuo, previa identificación, según el código que establece el Reglamento para la aplicación de la Ley Básica de RTP.
- Oferta económica.
- Aceptación por parte del Gestor, enviando al productor un nº de aceptación del residuo.
- Notificación al MOPU del envío.
- Envío por parte del productor del residuo, cumplimentando la hoja de control-seguimiento en lo concerniente al productor.
- Recepción del residuo en las instalaciones del gestor, cumplimentando la hoja de control-seguimiento en lo concerniente al gestor.
- Análisis de los productos recibidos y comprobación de que coinciden con las muestras.
- Envío por parte del productor y del gestor de las hojas de control y seguimiento a los organismos correspondientes.

No obstante, es muy conveniente que el gestor proceda a analizar una muestra representativa del residuo con objeto de tener un profundo conocimiento del mismo y darle el destino más oportuno.

4.2.- TRATAMIENTOS.-

- Físico-químico:

Este tipo de tratamiento se da generalmente a residuos de naturaleza inorgánica procedentes de la industria de tratamientos de superficies. Dentro de los tratamientos físico-químicos podemos distinguir:

- Neutralización:

Tratamiento dado a residuos de carácter ácido o básico con metales susceptibles de precipitar a óxido.

- Oxidación:

Tratamiento dado fundamentalmente a los cianuros y/o cuando el residuo tenga un componente orgánico en cantidad minoritaria.

- Reducción:

Cuando el residuo tenga metales que sean solubles en su mayor estado de oxidación e insolubles en el menor . Ej: Cr.

- Separación de hidrocarburos:

Tratamiento dado a las emulsiones, hidrocarburos y/o sus mezclas.

- Incineración:

Este destino se da a los residuos cuyo poder calorífico así lo aconseja. Dicha incineración puede efectuarse en instalaciones preparadas exclusivamente para quemar RTP o en otras ya existentes, siempre que la combustión del residuo no produzca emisiones contaminantes a la atmósfera, en cuyo caso se produce un aprovechamiento de energía como en el caso de hornos de cementeras.

- Regeneración:

Este tratamiento se da a los aceites y a los disolventes.

- Inertización:

Tratamiento dado a los residuos sólidos o pastosos cuyos componentes les confieren carácter de RTP. Consiste en transformar éstos, mediante mezcla con diversos reactivos, en restos inertes que puedan ser depositados en vertedero clase A.
(Ej: limpieza de tanques de fuel).

- Depósitos de seguridad:

Dentro de este apartado se encuentran todos los sólidos cuyo test de toxicidad sea negativo (productos inertes). Asimismo, los fangos procedentes de los tratamientos físico-químicos y elementos radiactivos deben almacenarse en este tipo de recipientes estancos.

4.3.- PESTICIDAS Y PLAGUICIDAS.-

Bajo el nombre de plaguicidas o pesticidas se encuentra una serie muy

variada de compuestos que se clasifican según los organismos sobre los que se quiere aplicar:

- Plaguicidas
- Insecticidas
- Acaricidas
- Rodenticidas
- Molusquicidas
- Repelentes
- Alquicidas
- Fungicidas
- Herbicidas

Dentro de cada grupo se encuentra una gran cantidad de compuestos químicos. El número de plaguicidas utilizados en la actualidad es muy elevado e incluye los siguientes grupos:

a) Plaguicidas inorgánicos:

Son los compuestos de cobre, arsénico, plomo o mercurio, así como el azufre elemental y los derivados inorgánicos halogenados. Muchos de los integrantes de este grupo se caracterizan por su extremada toxicidad y por su persistencia.

b) Extractos vegetales:

Los integrantes de este grupo se caracterizan por su escasa toxicidad para el hombre.

c) Organoclorados:

d) Organofosforados:

e) Carbamatos:

f) Aceites:

Se han utilizado aceites de petróleo y de fumigantes de árboles y arbustos, pero actualmente se han sustituido por los pesticidas sintéticos.

g) Compuestos organomercuriales:

Estos compuestos se han utilizado como fungicidas en semillas. Al ser el mercurio un compuesto persistente muy tóxico, casi todos los países han prohibido su utilización.

h) Antibióticos:

Se han utilizado en la protección de algunos vegetales contra las infecciones por bacterias y hongos.

i) Derivados del fenol:

Estos compuestos, que generalmente llevan átomos de nitrógeno, cloro, bromo o flúor, se utilizan como insecticidas (dinitrocresol), fungicidas (dinocap) y herbicidas (pentaclorofenol).

j) Ácidos orgánicos:

Los compuestos derivados de ácidos, tales como el fenilacético, el benzoico y el tánico, son herbicidas.

k) Anticoagulantes:

Los compuestos incluidos en este grupo son fundamentalmente rodenticidas, como la nifarina y actúan impidiendo la coagulación sanguínea, produciendo hemorragias internas que causan la muerte animal.

El grupo de compuestos incluido en la denominación "repelentes" son considerados separadamente, pues no eliminan el organismo causante de la peste, sino que lo repelen.

3.1.- CONTAMINACION POR PLAGUICIDAS.-

El uso de plaguicidas se ha extendido, sobre todo en agricultura. El primer plaguicida ampliamente difundido por su efectividad fue el DDT, encontrándose efectos perniciosos debido a sus componentes, que por no degradarse tienden a acumularse en los organismos.

Este fenómeno, descubierto en los años 60, incrementó las investigaciones sobre los efectos tóxicos de todos los plaguicidas. Muchos de estos compuestos han producido cáncer en animales de experimentación, habiendo sido identificados algunos como cancerígenos para el hombre.

Los plaguicidas contaminan el suelo y el agua. Si un compuesto no es degradado por las bacterias, el sol o los procesos químicos naturales, se van acumulando en el suelo y pueden ser absorbidos por los cultivos.

Los cultivos de cereales realizados en suelos que contienen residuos de plaguicidas persistentes tienden a absorberlos durante su crecimiento, haciendo desaconsejable su consumo para el hombre o los animales. Los invertebrados, como gusanos que viven en el suelo, pueden acumular plaguicidas y facilitar la entrada de éstos en otros organismos superiores, como los pájaros.

Los plaguicidas llegan al agua a través de la escorrentía, residuos industriales o por aplicación directa (este es el caso de los alguicidas) y por lixiviación desde suelos contaminados.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PLAGUICIDAS.-

Los grupos de plaguicidas que más interés tienen desde el punto de la contaminación de las aguas son:

- **Insecticidas: DDT, aldrín, endosulfón**
- **Herbicidas: ácidos fenoxiacéticos.**
- **Fungicidas: hexaclorobenceno, pentaclorofenol.**

Las características más importantes de estos compuestos son:

- ser poco solubles en agua.
- tendencia a ser absorbidas sobre superficies sólidas y en la materia orgánica del suelo, por lo que sólo se encuentran trazas de estos compuestos en la mayor parte de las aguas tratadas.
- la mayor parte de estos compuestos se encuentran en los sedimentos del fondo.

De todos los plaguicidas, los más estudiados son *organoclorados*, tales como: DDT y sus derivados, lindano, aldrín, heptacloro hepóxido y endrín.

Existen una serie de compuestos utilizados en la industria, pero que tienen efectos muy similares a los insecticidas, son los PCB (**bifenilos policlorados**)

La degradación química de algunos compuestos organoclorados es baja (del orden de dos años). En el agua la velocidad de degradación es más lenta.

Ultimamente se están utilizando plaguicidas organofosforados como el paratión, melatión, fosfamidón y dimetoato, que son en general menos tóxicos para los peces.

EFFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS.-

Son tóxicos universales. Producen efectos sobre insectos, peces, aves, invertebrados y mamíferos. Los detalles de la acción de los plaguicidas no se conocen por completo, pero parece que el exceso de plaguicidas no es excretado.

Se degradan muy lentamente; algunos tienen una vida media de descomposición de cincuenta años. Algunos plaguicidas dan productos intermedios de metabolización más tóxicos y más difíciles de biodegradar que los originales.

Otro efecto de los plaguicidas es su **acumulación en el tejido animal**. Este efecto es una consecuencia de su propiedad de ser soluble en grasas. Debido a esto los plaguicidas (sobre todo los organoclorados) afectan mucho a los animales que almacenan grasas como fuente de energía para su utilización posterior, como la trucha.

También afecta al desarrollo de los huevos de los peces, debido a que contienen gran cantidad de grasa, que es consumida durante su desarrollo.

La acumulación depende del metabolismo de cada especie es proporcional a su contenido en grasas. En algunos organismos acuáticos el nivel de compuestos clorados llega a ser hasta mil veces superior a la concentración presente en el medio.

La acumulación de los plaguicidas organoclorados en los animales implica una acumulación a lo largo de la cadena trófica. Por ejemplo, la concentración de toxafeno en las diversas partes de un pantano es:

Lodo del fondo y pequeños invertebrados 0,2 ppm
Peces 8 ppm
Aves ictiófagas 650 ppm

- Otro ejemplo: el DDT (prohibido) suele tener una concentración media de unas 10^{-6} ppm, mientras que en los tejidos de algunos predadores presenta concentraciones de 10 ppm.

El DDT afecta al metabolismo del Ca, produce síntomas de deficiencia cálcica y anomalías hormonales que provocan la ovulación retardada y la inhibición del desarrollo de las gónadas.

Es muy probable que el DDT sea el responsable del descenso de población de muchas aves ya que, al no metabolizar el calcio, producen huevos con cáscara delgada.

El DDT también tiene propiedades carcinógenas y mutágenas y en cantidades de pocas partes por miles de millones, reduce la actividad fotosintética del fitoplacton.

Un grupo de compuestos plaguicidas de gran importancia actualmente son los PCB (bifenilos policlorados), nombre bajo el cual se encuadran 210 compuestos cuya base es idéntica pero se diferencian en el número de átomos de cloro y sus diversas posiciones en las cadenas moleculares.

Como hemos dicho anteriormente, en estos compuestos (PCB) se encuentran preparados industriales en mezclas tales como el Arochlor 1254, producto que aparece en el *Pesticides Dictionary* y que está formado por la mezcla de 18 PCBs distintos.

Los PCBs son compuestos similares al DDT, pues constan de dos grupos fenilo unidos y con átomos de cloro adosados.

Los PCBs se encuentran como ingredientes en una larga serie de productos tales como lubricantes, fluidos hidráulicos, ceras, adhesivos, asfaltos, tintas, etc. Los PCBs se utilizan para dar cualidades plásticas a productos como el poliestireno; también son plaguicidas para algunos insectos, como las larvas de mosquito.

El interés que despiertan los PCBs a causa de sus posibles efectos tóxicos comenzó en 1968 con los incidentes ocurridos en Yusho (Japón), que afectó a más de 1.000 personas, debido a la contaminación de un aceite alimentario. Las investigaciones subsiguientes a este incidente pusieron de manifiesto la posible toxicidad de los PCBs en si mismos y de las impurezas (clorodibenzofurano) que se forman durante la fabricación o utilización de los PCBs.

CRITERIOS DE CONCENTRACION DE PESTICIDAS EN LAS AGUAS SUPERFICIALES PARA UTILIZARLAS COMO SUMINISTRO PUBLICO Y AGROPECUARIO

El criterio que se sigue, en general, para fijar límites de concentración de una determinada sustancia en el agua es si su presencia a esa determinada concentración es inocua o no. El nivel permisible se marca suponiendo que su ingestión durante un período largo de tiempo no provoca cambios fisiológicos perjudiciales para el hombre. En los casos del aldrín, heptacloro y parathion se adoptan criterios más estrictos que los fisiológicos, pues su presencia comunica sabor y olor al agua.

El límite para los pesticidas colinérgicos se establece refiriéndolo al parathion (sustancia patrón) y se expresa como mg/l de parathion equivalente. Casi todos los compuestos organofosforados y los carbamatos colinérgicos son muy tóxicos para mamíferos y peces.

Las concentraciones límite permisibles de pesticidas y herbicidas se marcan teniendo en cuenta sus efectos sobre el hombre

CARCINOGENICIDAD

Uno de los principales motivos de preocupación por la presencia de residuos en el organismo y en el medio se deriva de su potencialidad para inducir procesos cancerígenos.

Dado que el cáncer es uno de los grandes problemas que azota a la humanidad (si bien, el SIDA está más de moda), se impone tomar medidas adecuadas para tratar de prevenirlo. Para la prevención primaria del cáncer son importantes tres premisas:

- El cáncer es causado, al menos en parte, por factores ambientales.
- Estos factores pueden identificarse.
- Cuando están identificados pueden eliminarse

La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (AIIC) tiene establecido un programa sobre la evaluación del riesgo cancerígeno de los productos químicos para el hombre.

La evaluación del riesgo cancerígeno de los productos químicos ha ido variando con el tiempo, a medida que se obtenían más datos. Así, en el año 1977, de 336 productos químicos evaluados se hacían los siguientes grupos:

- I.- Productos químicos cancerígenos para el hombre.
- II.- Productos químicos cancerígenos para animales de experimentación
- III.- Productos químicos que producen algunos efectos cancerígenos en animales de experimentación.

IV.- Productos químicos para los cuales los datos que se tienen son inadecuados para poder ser evaluarlos.

V.- Productos químicos para los cuales los datos que se tienen no revelan efectos cancerígenos.

De los 60 plaguicidas evaluados, el benceno y la ciclofosfamida están dentro de la lista de productos cancerígenos para el hombre y tienen las siguientes características:

a) Tipos de exposición: laboral y medicamentos.

b) Organos afectados: médula espinal y vejiga.

c) Vías de exposición: inhalación, piel, oral e inyección.

d) Niveles de exposición estimados: desconocidos para el benceno y de 1-10 mg/Kg de peso corporal/día, para la ciclofosfamida.

Según la evaluación de un grupo de trabajo de la AIIC (1978) sobre productos químicos con suficiente evidencia de carcinogenicidad en animales de experimentación, los siguientes productos cumplen la condición de tener evidencia sobre su carcinogeneidad:

- .- amitrol,
- .- aramite,
- .- BHC o HCH,
- .- tetracloruro de carbono,
- .- dibromocloropropano,
- .- dibromuro de etileno,
- .- policloruros bifénilos
- .- uracilo de mostaza.

Por estos motivos, es muy importante tener en consideración los factores de riesgo que se asumen cuando se trabaja o se manejan este tipo de productos tan difundidos en nuestra "sociedad del bienestar".....

G.- GESTION DEL MEDIO NATURAL

G-1 BASES PARA LA GESTION DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

1.1.- CLASIFICACION DE LOS

ESPACIOS PROTEGIDOS

Esta clasificación creada por la Comisión de Parques Nacionales y Áreas Protegidas (CNPPA) de la U.I.C.N., ha sido la última que trata de vertebrar los diferentes tipos de espacios naturales protegidos, con la intención de darles una jerarquización y catalogación definitiva.

Establece tres grandes grupos en los que están incluidas diez categorías, en base a unos criterios de selección y tipo de gestión donde puedan tener cabida todas las clases de áreas protegidas de cualquier país.

Antes de analizar cada una de esas diez categorías, vamos a tratar de resumir a continuación cuál es la filosofía y cuáles las líneas maestras que establece la U.I.C.N. para áreas protegidas. Dicho documento se denominó Estrategia Mundial para la Conservación y se realizó con el apoyo financiero y técnico del programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente (PNUMA) y el World Wildlife Fund (WWF), y el asesoramiento de la FAO y de la UNESCO, con el fin de poder comprender con mayor facilidad la clasificación establecida y dar sentido a la tarea de la reclasificación de los aspectos naturales protegidos en nuestro país.

* Todo país debería identificar los hábitats de las especies importantes, amenazadas o únicas y debería asegurar su preservación en las zonas protegidas (Z.P.) de manera prioritaria.

* En donde sea posible, cada Z.P. deberá albergar a todos los hábitats críticos de las especies de interés.

* Deberá establecerse una red de Z.P. cuya finalidad sería el salvaguardar todos los hábitats de las especies en cuestión.

* Podrá autorizarse otro tipo de aprovechamiento de las Z.P., a condición de que sea compatible con la protección de los hábitats ahí existentes, la preservación de los ecosistemas y de sus comunidades integrantes de plantas y animales.

* Los ecosistemas únicos deberían ser objeto de una protección prioritaria. Debería autorizarse únicamente aquellas utilidades que sean compatibles con su preservación.

* Cada país debería revisar su actual sistema de Z.P. y determinar el grado de protección de los distintos tipos de ecosistema en cada provincia bio-geográfica. Si estas áreas biogeográficas no disponen de ninguna Z.P. deberán ser atendidas con prioridad.

* Deberá prestarse atención a la idoneidad de la protección en cada zona.

* Determinar el tamaño, la distribución y el manejo de las Z.P., en función de las necesidades de los ecosistemas y de las comunidades animales y vegetales a proteger.

* Las leyes nacionales deberán estipular claramente la seguridad de la Z.P. Se requieren disposiciones legales en virtud de las cuales el estatuto de una Z.P. no pueda ser levantado sin un cuidadoso estudio por parte de los legisladores.

* Coordinar los programas nacionales de Z.P. con los programas internacionales.

La clasificación actual de la UICN establece los siguientes grupos y categorías:

GRUPO A

- 1.- Reservas Científicas/Reservas Naturales Integrales.
- 2.- Parques nacionales/Parques Regionales
- 3.- Monumentos Naturales/Elementos Naturales Sobresalientes
- 4.- Reservas Naturales Dirigidas/Santuarios de Vida Silvestre
- 5.- Areas Paisajísticas Protegidas

GRUPO B

- 6.- Reservas de Recursos Naturales
- 7.- Reservas Antropológicas/Áreas Biológicas Naturales
- 8.- Zonas Naturales Ordenadas con criterios de Uso Múltiple

GRUPO C

- 9.- Reservas de la Biosfera
- 10.- Lugares Naturales del Patrimonio Mundial

Vamos a exponer lo más brevemente posible los criterios y objetivos de estas 10 categorías de Zonas protegidas de la UICN.

Categoría 1.- Reservas Científicas/ Reservas Naturales Integrales

Se corresponde exactamente con las Reservas Integrales de la clasificación de Banf y con las de la Categoría A del Consejo de Europa.

Objetivo de gestión:

Proteger la naturaleza y mantener sus procesos inalterados, preservando muestras ecológicamente representativas del medio natural.

Criterios de selección:

Contener ecosistemas sobresalientes, especies de flora o fauna de gran interés científico.

Establece la UICN que en ellas "los procesos naturales han de desarrollarse sin interferencias humanas; prohíbe el acceso al público, el turismo y las actividades recreativas. Los procesos ecológicos pueden incluir hechos naturales que alteren el sistema ecológico, pero deben impedirse alteraciones por acciones humanas. Salvo excepciones justificadas, deben estar a cargo del Gobierno Central.

Categoría 2.- Parques Nacionales/Parques Regionales

Los primeros se constituyen cuando la importancia y el interés es de la totalidad del Estado. Los segundos si se trata de una región o Comunidad Autónoma.

Objetivo de gestión:

Buscar la protección de zonas naturales o paisajísticas de interés internacional, nacional o regional con propósitos científicos, educativos o recreativos. En ellos se pretende perpetuar en su estado natural, muestras representativas de las regiones fisiográficas, de comunidades biológicas y recursos genéticos.

Criterios de selección:

Según la UICN "San áreas relativamente grandes que contienen muestras representativas de las principales regiones naturales, rasgos geomorfológicos o paisajes, donde se incluyen especies animales o vegetales, monumentos paisajísticos o biotopos de gran interés científico, educativo o recreativo. Debe contener uno o varios ecosistemas no alterados substancialmente por la ocupación o explotación humana. La máxima autoridad competente del país debe tomar las medidas precisas para impedir o eliminar, en el menor tiempo posible, la ocupación o explotación humana de la zona y, también, para obligar a que se consiga, de un modo efectivo, el respeto a los recursos ecológicos, geomorfológicos o estéticos que determinan sus establecimiento".

De igual manera, estas premisas pueden aplicarse a Parques Regionales en su ámbito territorial.

Se permite el acceso de visitantes, de una manera regulada, con fines educativos, culturales o recreativos y la infraestructura necesaria para ello. No se permite la explotación directa de recursos aunque se puede permitir excepcionalmente actividades de gestión.

Categoría 3.- Monumentos Naturales/Elementos Naturales sobresalientes

Los espacios comprendidos en esta categoría deben contener valores naturales de gran valor, diferenciándose de los anteriores en ser de ámbito espacial mucho más reducido.

Objetivos de gestión:

Conservación y preservación de enclaves naturales de interés nacional o regional y sus elementos de educación, investigación y disfrute público.

Criterios de Selección:

Aquellos enclaves que contengan recursos naturales de valores extraordinarios: formaciones geológicas, ecosistemas singulares, comunidades botánicas o zoológicas de gran interés y biotopos de eminente rareza.

La U.I.C.N. establece que "aunque estas áreas pueden tener valores turísticos y recreativos, deben gestionarse de tal forma que permanezcan relativamente libres de las influencias perturbadoras humanas. Deben ser propiedad del Gobierno o de instituciones o fundaciones siempre que se realice una gestión que mantenga sus caracteres excepcionales o largo plazo".

Categoría 4.- Reservas Naturales de Conservación/Reservas Naturales Dirigidas/Santuarios de vida silvestre.

Según la U.I.C.N. el establecimiento de un área protegida de la categoría IV es deseable cuando "la protección de lugares específicos o biotopos es esencial para el bienestar de la fauna residente o migradora de interés nacional o mundial".

Objetivos de gestión:

Garantizan las condiciones necesarias para la supervivencia de las especies, mediante una gestión técnica que permita la protección de poblaciones en sus etapas reproductivas de las zonas de alimentación y cría, y de los biotopos críticos para la vida de especies singulares o amenazadas de la flora o de la fauna.

Criterios de Selección:

Áreas específicas de las que dependan la existencia y desarrollo de especies y comunidades animales y vegetales de importancia nacional o mundial.

La U.I.C.N. aconseja la "protección debe ser del Gobierno Central o, con adecuadas medidas de reserva y control, de otros niveles de gobierno siempre que se asegure la protección a largo plazo. En estas condiciones la propiedad puede pertenecer a fundaciones altruistas, sociedades e incluso a grupos o individuos privados".

Categoría 5.- Áreas Paisajísticas Protegidas

Pueden observarse dos grandes grupos: aquellos espacios que por el uso continuado y tradicional de la naturaleza y de sus recursos, han llegado a constituir parajes de un extraordinario valor escénico, o bien, aquellos otros que el hombre ha venido utilizando a lo largo del tiempo para su disfrute, solaz y recreo por sus altas cualidades estéticas.

Objetivos de su gestión:

Mantener esos parajes sobresalientes como exposición de la simbiosis del hombre con su medio natural y la utilización racional de sus recursos, manteniendo el turismo y actividades recreativas coherentes con el entorno.

Criterios de Selección:

Para ambos casos arriba indicados, establece la U.I.C.N. ...que "En algunos, la tierra puede ser de propiedad privada, pero será preciso un control estricto del planeamiento por las autoridades competentes, de tal modo que se garantice la permanencia del modo de vida y uso de la tierra tradicionales. Puede ser preciso habilitar apoyos oficiales para mejorar los niveles de vida de las poblaciones, manteniendo las condiciones de las zonas. A veces, esta categoría de protección se aplica a propiedades públicas gestionadas, además por la administración.

Categoría 6.- Reservas de Recursos Naturales.

Esta categoría no está pensada para países europeos ya que está concebida para asegurar la protección de grandes espacios de la geografía mundial cuyo aprovechamiento aún no ha sido decidido, en tanto no se disponga del conocimiento

suficiente para determinar su destino.
No tiene por tanto aplicación en nuestro trabajo.

Categoría 7.- Areas Naturales Biológicas/Reservas Antropológicas

Tampoco esta categoría es susceptible de consideración en este estudio, ya que comprende la protección de ciertas áreas del globo donde viven poblaciones indígenas cuyos modos de vida se desarrollan en absoluta armonía con el medio desde tiempos remotos.

Categoría 8.- Zonas Naturales Ordenadas con criterios de uso múltiple/Zonas de Gestión de Recursos Naturales.

Son áreas naturales en las que deben compatibilizarse la conservación de la naturaleza y el ordenado aprovechamiento de sus recursos.

Objetivos de gestión:

Mantener el uso ordenado de los recursos naturales renovables de que disponga el territorio, asegurando su indefinida persistencia en el tiempo.

Criterios de Selección:

Aquellos espacios de relativa extensión en la que se produzcan importantes recursos forestales, hidráulicos, piscícolas y actividades recreativas en el medio natural.

Un requisito importante previo para la inclusión de estas áreas es la existencia de un plan de ordenación o plan técnico. La propiedad debe ser pública.

Categoría 9.- Reservas de la Biosfera

Corresponde al establecimiento de una serie de áreas naturales que pueden ser además de ecosistemas naturales o poco alterados, áreas de utilización tradicional del suelo o zonas deterioradas con posibilidades de restauración, en base a lo establecido por la UNESCO, dentro del programa MAB (El hombre y la biosfera) en 1970.

Objetivos de gestión:

"conservar para su utilización presente y futura la diversidad e integridad de las comunidades biológicas de plantas y animales dentro de los ecosistemas naturales y preservar la diversidad genética de las especies de las que dependa el proceso evolutivo".

Deben servir de ejemplo para comprender los cambios en la biosfera a largo plazo entre ecosistemas no alterados por el hombre y áreas utilizadas por él, facilitando su estudio.

Criterios de selección:

Vienen dictados por la UNESCO y deben incluir:

- a) Ejemplos representativos de los biomas naturales
- b) Comunidades singulares o zonas con rasgos naturales de excepcional interés

- c) Paisajes armoniosos fruto de usos tradicionales del suelo
- d) Ejemplos de ecosistemas alterados o degradados, pero susceptibles de restauración a condiciones más cercanas a la naturaleza.

Es el Consejo de Coordinación Internacional del Hombre y la Biosfera el que, a propuesta de los comités nacionales, aprueba cada reserva.

Deben poseer un estatuto legal de protección y se podrá zonificar el territorio según los siguientes tipos:

- a) Núcleo o Zona natural
- b) Zona de manipulación o tampón
- c) Zona de restauración
- d) Zona cultural

Es de señalar la singularidad de esta categoría al incluir territorios deteriorados susceptibles de restaurar. Este aspecto resulta interesante en nuestro país en áreas desertizadas, erosionadas o degradadas.

Categoría 10.- Sitios Naturales del Patrimonio Mundial

Son aquellos lugares de "sobresalientes valores universales" que tiene por objetivo proteger el Convenio para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural de 1972 impulsado por la UNESCO (World Meritage Convention).

Objetivos de gestión:

Proteger las características que han determinado su calificación como patrimonio de la humanidad.

Criterios de selección:

Se han establecido por el citado Comité Internacional y con respecto a áreas naturales deben responder a alguno o a varios de los siguientes criterios.:

- a) Ser ejemplos excepcionales de las principales etapas evolutivas de la tierra.
 - b) Ser muestras excepcionales de procesos geológicos, de la evolución biológica y de las interacciones del hombre con el medio natural que le rodea.
 - c) Contener procesos o fenómenos naturales singulares o formaciones, monumentos o zonas de excepcional belleza natural.
 - d) Ser hábitats necesarios para la supervivencia de especies singulares o amenazadas de plantas o animales.
- Todos los lugares del Patrimonio Mundial deben tener un estatuto legal estricto de protección, pudiendo estar a cargo de organizaciones o fundaciones privadas no lucrativas a largo plazo.

El uso público y recreativo ha de estar regulado, prestándose atención a la interpretación de los elementos y procesos que los constituyen.

1.2.- PLANIFICACION DEL MEDIO NATURAL

Es preciso decir aquí que la planificación, como fase previa y fundamental, va a condicionar la posterior gestión del espacio.

La planificación, culminada en el P.O.R.N. (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales) del espacio físico donde posteriormente se vaya a definir el espacio natural, es ya en sí misma un elemento de gestión, puesto que ésta comienza desde el momento en que se zonifica y se evalúan actividades y directrices de conservación.

La planificación del medio natural supone una asignación de usos del territorio, incluyendo su aprovechamiento sostenible y el desarrollo socioeconómico de las poblaciones que en él viven o por él se encuentran afectadas.

La planificación ha de ajustarse a lo dispuesto en la Ley 4/1989, de Conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres, y a las legislaciones autonómicas correspondientes, siempre basadas en la antecitada Ley estatal. Es decir, procurar los siguientes objetivos:

- Definir y señalar el estado de conservación de los recursos y ecosistemas en el ámbito territorial de que se trate.
- Determinar las limitaciones que deban establecerse a la vista del estado de conservación.
- Señalar los regímenes de protección que procedan.
- Promover la aplicación de medidas de conservación, restauración y mejora de los recursos naturales que lo precisen.
- Formular los criterios orientadores de las políticas sectoriales y ordenadores de las actividades económicas y sociales, públicas y privadas, para que sean compatibles con las exigencias señaladas.

Para ello se deberá seguir una secuencia de actuaciones que comience por la inventariación de recursos, continúe con la elección y evaluación de los objetivos perseguidos y áreas a considerar, y termine con la posible declaración legal del espacio natural.

Será también preciso señalar, en cualquier caso, los niveles de protección del espacio y delimitar los niveles competenciales y de cooperación de los organismos y personas implicados en ello.

G.2.- LA GESTION FORESTAL

En los países desarrollados apenas existen superficies forestales vírgenes y sólo la mano del hombre puede reconducir el proceso natural interrumpido o impedido en épocas anteriores. Debido a la evolución natural de las especies, actualmente encontraremos superficies arboladas, superficies no arboladas pero con vocación y potencialidad forestal desde el punto de vista del aprovechamiento maderero y superficies tan degradadas en que sólo la lenta evolución de la sucesión de especies vegetales nos llevará a una composición vegetal útil para el hombre. Para la consecución de estos objetivos es imprescindible contar con un inventario de los recursos actualizado periódicamente y con un **"Plan de Gestión"** que permita articular el territorio y organizar las masas forestales de forma ordenada y explotable de una forma eficaz y eficiente.

Todo aprovechamiento de recursos naturales renovables debe hacerse con arreglo a un plan vinculante y aprobado por los representantes de la sociedad, que deben vigilar y corregir los posibles abusos en las explotaciones.

El permiso para la utilización de los recursos a través de un vinculante plan de gestión es la garantía para conseguir una renta sostenida, mejorando el patrimonio forestal existente y contemplando la triple vertiente forestal (protección, producción, social).

La **"Ordenación de Montes"** consiste básicamente en el desarrollo de las técnicas específicas que hacen posible que se repita de forma cíclica una situación en cuanto a existencias (volumen de madera o leña), que sea compatible con el aprovechamiento sostenido de los recursos, ya que los montes (y en general todas las poblaciones) deben mantener una determinada gradación de edades, si se quiere obtener una renta sostenida de las especies típicamente forestales.

La rentabilidad desde el punto de vista empresarial es la garantía de un mayor beneficio económico para la nación, ya que a nuestro déficit estructural en productos maderables se añade el hecho de haber asumido entrar a formar parte de la UE, donde el segundo capítulo en cuanto a importaciones corresponde a la madera (100 millones de metros cúbicos/año), volumen sólo superado por las importaciones energéticas.

Por tanto, hoy en día estamos obligados a aprovechar las superficies arboladas por concepto de renta y separar los conceptos de renta y capital, que en

el caso de los montes son el mismo producto ya que de no hacerlo contribuiríamos a la desaparición del capital vuelo y por consiguiente de la renta.

Incluso limitándonos exclusivamente a la función productiva del bosque, el proceso de transformación hasta llegar a hacer de la materia prima un producto social multiplica el valor de arbolado en pie en cincuenta veces. Los circuitos comerciales y económicos inciden favorablemente en el déficit público ya que el valor añadido generado por el bosque tiene un gran efecto multiplicador en la balanza comercial, evitando importaciones de bienes derivados de la madera, que ya llevan incluidos los costos de transformación y disminuyen el paro con salarios o jornales de mano de obra cualificada y estable.

Por otra parte, los poderes públicos deben vigilar el avance del desierto, pues España es el país que tiene más problemas de desertificación a nivel europeo. Tal es así que se observan las imágenes obtenidas por los satélites de información geográfica se aprecia claramente que la parte meridional de nuestro país se parece mucho más al norte de África que a la Europa a la que se supone que pertenecemos.

En definitiva, la gestión forestal es imprescindible para la planificación y organización de las actuaciones tendentes al sostenimiento y mejora de las masas forestales y los planes de gestión son los instrumentos básicos en los que se articulan las bases de esta gestión.

2.1.- EL PLAN DE GESTION FORESTAL

Llamado tradicionalmente en España "**Proyecto de Ordenación**" es un documento vinculante en el que aparecen fechadas y cuantificadas las actuaciones y actividades forestales que es necesario realizar a lo largo del tiempo con el objetivo de conducir la masa hacia una situación o estadio que permita su aprovechamiento sostenido de forma indefinida. Es decir, se trata de la transformación del monte o bosque preexistente en un monte idealmente prefijado y definido, que tenga una distribución de las diferentes clases de edad y una estructuración espacial adecuada a los fines a los que se pretende destinar. Una vez conseguido este objetivo comienza la fase de explotación maderera por concepto de renta.

Para llevar a cabo estos objetivos, en primer lugar se determina el "**Turno**", que es el tiempo que tarda la masa en alcanzar la madurez y coincide con la edad que tienen los árboles en el momento en que el tamaño de su diámetro los hace más valiosos desde el punto de vista del uso al que serán destinados en función del mercado. Seguidamente, se determina la "**Posibilidad anual**" o renta sostenida (cantidad de madera total obtenida a lo largo de los años de duración del "turno", dividida por el número de años de dicho turno).

A través del tiempo, para que el monte esté correctamente gestionado hay que efectuar una serie de "**Clareos**" (cuando la masa joven se encuentra en los estadios de Repoblado y monte Bravo) y "**Claros**" (cuando la masa ya adulta se encuentra en los estadios de Latizal y fustal). Estos trabajos de aclareo consisten básicamente en eliminar los árboles que por defectuosos serían víctimas de la selección natural. La anticipación que puede producirse al ser controlada por la mano del hombre favorece a los pies selectos que dispondrán de más agua y nutrientes.

Otra razón para efectuar este tipo de tratamiento es que el número de

árboles por ha que pueden llegar a la edad de madurez como ejemplares selectos es limitada y es preciso eliminar individuos que pueden sobrevivir pero que competirían entre sí y de no se evitarlo se obtendrían muchos ejemplares mediocres en lugar de algunos selectos.

Los productos obtenidos de masas superpobladas o degradadas tienen escaso valor en el mercado si no se encuentran nuevas utilidades o se transforman en energía, pero aún cuando estos aprovechamientos marginales sólo sirvieran para financiar los gastos de extracción, posibilitarían la realización de trabajos forestales, que con frecuencia no se realizan por su elevado coste o escasa rentabilidad.

El monte bajo productor de leñas con un importante valor en el pasado, antes de que los combustibles fósiles invadieran los mercados energéticos, fué abandonándose y muchos montes quedaron sin aprovechamiento, por lo que auténticas montañas de arbustos casi impenetrables han sustituido los antiguos montes. Por ejemplo, en Galicia el tojo (*Ulex europaeus*) invade los montes con mayor intensidad desde que han descendido espectacularmente los incendios forestales en esta Comunidad y esto representa actualmente uno de los mayores factores limitantes para la realización de actuaciones forestales de toda índole.

El plan de gestión permite racionalizar las explotaciones de forma que se garantice el mantenimiento de una renta sostenida y estable a lo largo del tiempo a la vez que se preservan y mejoran los recursos y el estado fitosanitario de la masa.

Seguidamente, se comentan brevemente algunos de los sistemas de gestión más difundidos en España:

2.2.- LOS SISTEMAS Y METODOS SELVICULTURALES.-

Las técnicas selvícolas permiten llevar a cabo los objetivos básicos articulados en la "Ordenación de Montes". La Selvicultura entendida como "Cultivo del Monte" comprende todas aquellas labores y actuaciones encaminadas a obtener una renta sostenida y permanente a la vez que se garantiza la conservación de los recursos forestales.

Para ello se emplean una serie de técnicas selvícolas como los cuidados culturales (podas, escardas, binas, rozas, desbroces, clareos (en masas en estado de repoblado a monte bravo), claras (en masas en estado de latizal o fustal), etc.), así como algunos métodos clásicos de tratamiento específico (entresaca, clareo sucesivo uniforme, cortas a hecho, etc..) en función del tipo de masa a tratar, naturaleza y características de las especies dominantes, condiciones y limitaciones ambientales así como de los productos que se pretende obtener.

Por otra parte, la selvicultura permite cambiar el "**Método de Tratamiento**" de las masas (masas regulares---masas irregulares) mediante las "**Transformaciones**" o bien modificar el "**Método de Beneficio**" (monte alto---monte medio---monte bajo) mediante las "**Conversiones**".

Existen masas a las que es preciso aplicar sistemas selviculturales específicos denominados "**Tratamientos Complementarios**", como en el caso de "**Masas con Subpiso**" (cuando se introduce un estrato de vegetación de una especie diferente) o "**Masa con Reserva**", cuando se reservan algunos ejemplares extramaduros de la propia masa principal, creando un estrato superior claramente diferenciado. También existen tratamientos como los de "**Masa con varios pisos**", que son una mezcla de los anteriores.

Además existen "**Tratamientos Derivados**" como los de "Monte Adehesado" o "Monte Claro", donde el aprovechamiento de la madera es secundario frente a la explotación de pastizales, ganadería extensiva, etc.

Para llevar a cabo las labores selvícolas es preciso conocer las características de las diferentes especies en cuanto a temperamento, necesidades de suelo y nutrientes, robustez, condiciones ambientales requeridas, crecimiento, fructificación (cadañega, vecera), capacidad de regeneración (semilla, brotes de cepa o raíz), etc.

2.2.1.- SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS FORESTALES MADERABLES

- Clasificación de los Sistemas de Aprovechamiento

Los sistemas de aprovechamiento pueden clasificarse en función del estado del árbol o la longitud de la troza que se transporta desde la zona de corta hasta pie de pista, en:

- a) Sistema de árboles completos: en el cual se transporta el árbol completo hasta el borde de la carretera.
- b) Sistema de troncos enteros (fustes desramados sin trocear).
- c) Sistema de madera corta: en el cual los árboles se desraman, despuntan y se trozan en dos o más trozas en la zona de corta.

Puede hacerse otra clasificación más de acuerdo con el método utilizado para llevar la madera hasta el borde de la carretera:

- d) madera de arrastre por el terreno con animales o equipo mecánico;
- e) saca con carga suspendida, con mano de obra, con animales o máquinas que tiran de trineos o de remolques con ruedas, o bien con tractor forestal transportador auto-cargador;
- f) extracción con cable.

Desde el cargadero secundario a borde de carretera la madera se suele transportar en camión o mediante una combinación de vehículos hasta un cargadero final o la industria.

Existen varias herramientas o máquinas que pueden utilizarse para llevar a cabo cada una de las fases o partes en que se puede dividir un sistema de mecanización del aprovechamiento. Por ejemplo: la corta puede hacerse con hacha, con sierra de arco, con sierra tronzoadora, con motosierra o máquinas móviles, tractor forestal de garra, tractor forestal cortador, etc; el desramado con hacha, motosierra, desramador mecánico de tipo de cuchillo o de tipo golpeador, etc.

La opinión de que el método más mecanizado es el mejor no siempre es correcta. Para llegar a una decisión correcta es preciso estudiar no sólo los costes sino también las influencias ambientales del método de trabajo.

Es la elección de las máquinas y de los métodos que mejor se ajusten a

la condiciones de la operación, la organización del trabajo y de los distintos elementos de las maquinas en un conjunto económico de funcionamiento suave, la principal tarea del director del aprovechamiento. Cada sub-operación suele estar influida por la fase precedente y puede influir a su vez en la siguiente y cada una debe solaparse adecuadamente con la inmediata.

Es prácticamente imposible dar la productividad real y el costo o evaluar el potencial de cada combinación posible de trabajo y máquinas de explotación maderera. Todo lo que puede hacerse es proporcionar datos referentes a cada máquina o a cada fase de la operación que permita acoplarlos en un conjunto y haga posible evaluar el coste estimado de la madera para un sistema en particular.

G-3.- BASES Y OBJETIVOS DE LA

ORDENACION CINEGÉTICA

La ordenación cinegética persigue la consecución de los siguientes objetivos:

- Obtención de la máxima renta cinegética del territorio, tanto en dinero como en especie.

- Obtención de la máxima utilidad social.

Estos dos objetivos de rentabilidad y utilidad social son indisolubles en el manejo de los recursos naturales renovables.

Dentro de las posibilidades de la producción cinegética, la distribución de las rentas obtenidas entre los cazadores no son fijas en el tiempo, debiendo ajustar anualmente aquellas, a la demanda cinegética existente. Sobrepasar esta posibilidad anual es descapitalizar el terreno cinegético. No utilizar esa posibilidad es despilfarrar recursos, aunque el riesgo en este último caso es menor por la capacidad de intervención posterior, si bien existe un riesgo de degradación del medio y de epizootias en poblaciones sobreabundantes, que hay que considerar, así como un posible perjuicio a los bienes agrícolas, ganaderos, forestales e incluso a las personas.

Hay que desarrollar toda una metodología cinegética que con la propia caza como recurso central contemple las relaciones sistémicas con otros recursos y otras actividades, en relación con su utilidad y beneficios sociales y económicos.

Todo proyecto de Ordenación cinegética estará formado por los siguientes títulos:

- I.- INVENTARIO
- II.- EVALUACION
- III.- PLANIFICACION

TITULO I. INVENTARIO

1. Finalidad

El inventario es la fase de la ordenación cinegética en la que se va a recoger la información necesaria para conocer los factores y condicionantes que influyen y conforman la actividad cinegética y el desarrollo del recurso caza.

Con esta finalidad el Inventario se dividirá en los siguientes capítulos:

Capítulo I.- Estado legal

- Capítulo II.- Estado natural
- Capítulo III.- Estado socioeconómico
- Capítulo IV.- Estado cinegético
- Capítulo V.- Estado de obras, infraestructura y actividades cinegéticas.

Fundamentos

El estado legal va a conocer todas las situaciones jurídicas y administrativas o relacionadas con ellas, que puedan influir sobre la titularidad cinegética, el régimen de propiedad y distribución de la misma, las disposiciones legales aplicables y las servidumbres, concesiones u ocupaciones que condicionen o afecten a la caza.

El estado natural en la ordenación cinegética lo vamos a relacionar con los factores físicos y biológicos del medio que tienen influencia sobre las poblaciones cinegéticas y sobre la actividad y ejercicio venatorio.

MEDIO FISICO

SITUACION GEOGRAFICA

Definida por sus coordenadas, situación en la cartografía nacional a escala 1:50.000.

CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Que pueden expresarse por medio de índices climáticos y bioclimáticos y por los datos meteorológicos correspondientes a estaciones existentes en el terreno cinegético.

Es importante comprobar que no existen situaciones limitantes para el desarrollo de las especies, tanto a lo largo de un período anual de tiempo, como a veces por la frecuencia de aparición de fenómenos climatológicos que puedan eliminar una especie de una zona concreta.

GEOMORFOLOGIA

Hay que definir el territorio con las características geomorfológicas que posee así como su altitud y variaciones máximas y mínimas. La orientación y exposición van a condicionar en muchos casos la cantidad de luz y calor que recibe el suelo por lo que la existencia de exposiciones diferentes altitudes van a proporcionar hábitats diversos según la estación del año y para cada especie cinegética.

HIDROLOGIA

El agua es un elemento vital para todas las especies cinegéticas, tanto de caza menor como de caza mayor. No tanto por consumo directo sino a través de los vegetales que consume. Pero a veces bien por heladas y nevadas bien por sequía

esta disponibilidad de vegetales verdes no existe.

Hay que localizar los cursos, arroyos, fuentes manantiales y puntos de agua en general, describiendo su caudal, estiaje y características hidrobiológicas a lo largo del año.

EDAFOLOGIA

Los suelos condicionan en función de su fertilidad, profundidad y capacidad de soportar cultivos, la utilización que se pueda hacer de ellos para el mantenimiento de un sistema natural más o menos modificado que favorece el desarrollo de una vegetación y una fauna asociada de menos o más calidad.

VEGETACION

Las especies vegetales constituyen el factor más importante para la vida y desarrollo de las especies cinegéticas.

Es preciso indicar las formaciones vegetales existentes, el grado de cubierta y densidad del arbolado, del matorral y de las áreas de pradera, pastizal y cultivos.

La vegetación proporciona alimento, abrigo y cobertura, el inventario de vegetación debe describir todas las especies útiles para el aprovechamiento cinegético previsto.

FAUNA

La fauna silvestre y cinegética debe describirse en términos de existencias, abundancias y relaciones interespecíficas.

ESTADO SOCIOECONOMICO

FUNDAMENTOS

Las condiciones y características generales de la actividad humana en el territorio cinegético y en su zona de influencia, no son ajenas a la ordenación de los aprovechamientos cinegéticos. Hay que conocer la presión humana sobre el medio, la compatibilidad de las actividades que se desarrollan sobre el territorio con la caza y los condicionantes de accesos, comunicaciones e infraestructura.

3.1. POBLACION

3.2. ACTIVIDADES AGRICOLAS

3.3. ACTIVIDADES GANADERAS

3.4. ACTIVIDADES FORESTALES

3.5. ACTIVIDADES TURISTICAS Y RECREATIVAS

3.6. ACCESOS, COMUNICACIONES E INFRAESTRUCTURAS.

ESTADO CINEGÉTICO

FUNDAMENTOS

El estado cinegético del Inventario nos proporciona la información precisa sobre la situación actual de las poblaciones cinegéticas describiendo su localización,

distribución, estructura, densidad, existencias y en la medida en que se disponga de inventarios periódicos, la tendencia dinámica de las poblaciones en el tiempo e incluso en el espacio.

Las poblaciones cinegéticas, como cualquier población animal, se pueden estimar mediante índices de abundancia.

El índice de abundancia comparado año tras año nos proporciona información sobre la evolución de la población.

El diseño del muestreo en general se adaptará a los siguientes tipos:

- Muestreo simplemente aleatorio
- Muestreo sistemático
- Muestreo estratificado

Tellería (1986) para vertebrados terrestres clasifica los métodos de censo de la siguiente manera:

- A. Métodos utilizados en el cálculo de índices de abundancia
- B. Itinerarios y estaciones de censo
- C. Parcelas y control de capturas
- D. Marcaje y recaptura
- E. Conteo directo

VALORACION ECONOMICA DE LA CAZA

El planteamiento que aquí nos interesa es el siguiente:

- 1) Resumen del valor económico de la caza capturada en los últimos cinco años especificando clase, modalidad de caza y precios.
- 2) Resumen de las rentas cinegéticas obtenidas por los propietarios-titulares de derechos de caza por la remuneración de la cesión de la titularidad cinegética o por los permisos para entrar a cazar, en el terreno cinegético en cuestión.

DEMANDA DE CAZA

En estos momentos la producción de caza responde básicamente a tres demandas distintas:

- 1.- Mantenimiento de poblaciones cinegéticas naturales para cazar en el sentido tradicional de la palabra.
- 2.- Disponibilidad de piezas para cazar en zonas de caza intensiva durante todo el año: "caza artificial".
- 3.- Provisión de piezas de caza para el consumo humano: comercialización propiamente dicha.

DAÑOS E INDEMNIZACIONES

Es una realidad que la caza puede causar daños a los cultivos agrícolas, a la ganadería, a los montes e incluso a las personas.

Los daños originan una responsabilidad a los titulares de los predios o heredades de caza que está recogida tanto en el Código Civil (Artículo 1.906) como

en la Ley de Caza (Artículo 33).

FACTORES EXOGENOS QUE INCIDEN SOBRE LAS POBLACIONES CINEGÉTICAS.

Las poblaciones cinegéticas pueden estar amenazadas o condicionadas por factores extrínsecos a su propia dinámica, que afectan e inciden sobre el nivel de existencias actual del territorio. Ej/ Furtivismo, Grandes infraestructuras, Contaminación, etc.

IM.- EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL:

IM.- 1.- ELABORACION DE INVENTARIOS DEL MEDIO

La elaboración del Inventario del Medio se considera una etapa básica para la realización de un Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.). El análisis del territorio debe considerarse bajo la concepción sistémica del medio ambiente; el cual puede dividirse en una primera aproximación en dos grandes subsistemas íntimamente relacionados e interdependientes, el Medio Natural y el Medio Social o Socioeconómico.

Objetivos Básicos

Los objetivos básicos del inventario deben ser:

1.- Recoger sólo la información representativa de la realidad del territorio; para ello, antes de comenzar la recogida de información, conviene fijar el área de estudio y el nivel de detalle.

Pequeñas instalaciones industriales, *a priori*, tendrán un área de estudio reducida, en ocasiones limitada a su cuenca visual.

Las infraestructuras viarias tendrán un área de estudio que abarcará todo el trazado y su entorno.

Es necesario considerar la representabilidad de la información recogida para no caer en el error de fijar la atención sólo en una zona, y no en todo el área de estudio, por estar ésta muy bien documentada o tener un conocimiento exhaustivo de la misma.

2.- La información recogida debe ser significativa para el proyecto estudiado; adaptándose a la tipología del proyecto, mediante la selección de los factores y elementos significativos. En conjunto se trata de realizar una elección de variables adecuada de forma que:

- contenga todas las variables que permitan la definición posterior de unidades.
- permita cumplir los objetivos buscados con el estudio.
- recoja las variables que puedan ser influidas o modificadas por el proyecto.

Como primer paso para la redacción de un proyecto de restauración es necesario establecer una metodología básica para su elaboración, de forma que se tengan en cuenta, *a priori*, el mayor número de factores implicados. Esta metodología, sin embargo, no puede considerarse en ningún momento como algo rígido o invariable, ya que con frecuencia los distintos proyectos, el medio físico y el medio socioeconómico donde se ubican, introducen variantes y particularidades que pueden alterar profundamente un modelo teórico.

Los puntos principales que deberán considerarse a la hora de proyectar la restauración se relacionan a continuación, aunque la importancia y prioridad de cada uno de ellos va a depender del Proyecto considerado:

- 1.-Objetivos que pretenden alcanzarse con el Plan de Restauración.
- 2.-Determinación de las características particulares del Proyecto.
- 3.-Caracterización del territorio donde va a actuar el Proyecto.
- 4.-Establecimiento de los factores limitantes.
- 5.-Desarrollo del Plan de Restauración.

Consideraciones iniciales

Sobre estos dos objetivos básicos del inventario influirán de manera relacionada las siguientes consideraciones:

- Características del territorio que recibe la acción
- Proyecto considerado
- Fase Administrativa en que se realiza el estudio

Características del Territorio:

- Extensión: algunas variables o su intensidad, sólo pueden ser definidas cuando se refieren a superficies amplias (cambios de vegetación, diferencias climáticas, etc); en otros casos el nivel de definición es inabordable en superficies grandes (la cantidad de información puede hacerse exagerada para el fin perseguido).
- Complejidad y diversidad del área de trabajo: el nivel de homogeneidad del territorio puede precisar el nivel de detalle del estudio ya que, a mayor diversidad, será preciso un nivel de detalle mayor para abarcar toda la realidad.

Proyecto o Actuación:

En función de la tipología del proyecto objeto de estudio, unas variables se convierten en más importantes que otras, necesitando un análisis más detallado, o enfocado hacia horizontes más concretos.

¿Proyectos de presas o minicentrales o, en general, aquellos relacionados con masas de agua continentales (lagos artificiales, campos de regatas en ríos y embalses, etc), deberán realizar estudios muy detallados sobre los regímenes pluviométricos y de caudales de las redes hídricas en las que se integran.

¿Proyectos de repoblaciones, regadíos, campos de golf, restauración o, en general, los que lleven asociados coberturas vegetales, deberán realizar estudios climatológicos muy completos.

¿Proyectos con grandes movimientos de tierras o necesidad de materiales constructivos, necesitarán estudios geológicos en profundidad.

¿Proyectos con grandes asentamientos de infraestructuras (presas, grandes industrias) precisarán estudios geotécnicos y geomecánicos muy precisos.

Para localizar en cada proyecto estas distintas variables y sus intensidades, puede ser de utilidad la realización de una breve identificación de impactos ambientales potenciales, para deducir los elementos y procesos del medio afectados.

La utilización en estos casos de bibliografía sobre el tema, y la consulta de proyectos y estudios similares, así como de los profesionales implicados (redactores del proyecto y otros), se convierte en un herramienta de trabajo inestimable.

La interrelación del tipo de proyecto con el territorio donde tiene lugar es muy estrecha, de forma que la aparición de una alteración notable dependerá, en muchas ocasiones, de la fragilidad del medio natural o socioeconómico que tiene que acoger la acción.

¿Un relieve llano y despejado ocultará peor una instalación en altura que un relieve

movido.

.Un área despoblada parte de un nivel sonoro preoperacional base muy bajo que enseguida será superado; mientras en una zona industrial, o con una infraestructura viaria muy desarrollada el nivel de partida es mucho más alto.

¿Una cobertura vegetal desarrollada, diversificada y estratificada, presenta mayor capacidad de recuperación frente a las agresiones. De igual forma permitirá esconder mejor las acciones e infraestructuras.

¿Cauces fluviales abundantes y no estacionarios soportarán mejor acciones de detracción de caudales (minihidráulicas, captaciones industriales y urbanas, regadíos, etc).

Estado del Proyecto:

Se refiere al nivel del proceso de desarrollo del proyecto en que se realiza el estudio y de las exigencias del mismo (Estudio de Efectos, Estudio de Impacto, Denuncias Ambientales).

¿Infraestructura viaria: Estudio Informativo, Proyecto de Trazado, Proyecto constructivo.

¿Polígono Industrialo Proyecto de Urbanización: Estudio Informativo, Modificación del Plan Urbanístico, Proyecto constructivo.

¿Normas Urbanísticas: Documento de Avance, Memoria Informativa, etc.

¿Minicentral: Solicitud de concesión a la conferencia hidrográfica, Proyecto constructivo.

Relación de Variables Estudiadas

La relación de variables estudiadas puede ser muy extensa en función de las actividades estudiadas, tanto dentro del inventario del medio físico como del medio socioeconómico; pero, en función de lo visto anteriormente, en cada caso se trabajará con las que resulten significativas.

El establecimiento de la relación entre las distintas variables es muy importante, ya que pueden precisar, caracterizar e incluso modificar, los valores de unas y otras.

INVENTARIO DEL MEDIO NATURAL

El análisis del medio natural no debe entenderse como una recopilación de datos e información, ya que persigue y pretende descifrar y exponer las características y condicionantes que rigen la vida biótica y abiótica del ámbito territorial afectado por la acción o proyecto que va a tener lugar.

Así, la metodología utilizada se inicia con el estudio de las condiciones climáticas y finaliza con el análisis del paisaje; con la intención de partir de los elementos básicos, con cuya superposición e interrelación se gestan otros factores ambientales más complejos, pero dependientes de los primeros.

Las condiciones climáticas ocupan un lugar preferente, puesto que a través de sus agentes: temperaturas, precipitaciones, vientos, insolación etc, se establecen relaciones y bases para el desarrollo y formación del relieve mediante la combinación de los agentes erosivos climáticos y las condiciones litológicas. Asimismo, se determina la vida biológica que se asienta y desarrolla sobre un substrato edáfico generado a raíz del binomio clima-geología.

La evolución edafológica, sus distintas formaciones en función de sus potencialidades, determina la presencia de una vegetación natural y unos usos y aprovechamientos humanos, sujetos eso sí, a las variaciones climáticas y a la presencia o no de cursos de agua.

Las formaciones vegetales, tanto naturales como antrópicas permiten el sustento de diversas comunidades faunísticas que participan de forma activa en la cadena ecológica del medio.

El conjunto y superposición de todos los agentes ambientales que conforman el medio, puede ser sistematizado y organizado en Unidades Ambientales u otras unidades complejas, que alcanzan el grado máximo de complejidad en el análisis paisajístico.

ÍNDICE GENERAL E.I.A.

1.- INTRODUCCION

2.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

3.- DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO

- 3.1.- INTRODUCCION
- 3.2.- DEFINICION DEL AMBITO DE ESTUDIO
- 3.3.- CLIMATOLOGIA
- 3.4.- GEOLOGIA
- 3.5.- GEOMORFOLOGIA
- 3.6.- EDAFOLOGIA
- 3.7.- CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS
- 3.8.- HIDROGRAFIA
- 3.9.- VEGETACION
- 3.10.- FAUNA
- 3.11.- ANALISIS DEL PAISAJE

4.- ANALISIS SOCIOECONOMICO

- 4.1.- ANALISIS DEMOGRAFICO
- 4.2.- ANALISIS DE LA ESTRUCTURA ECONOMICA
- 4.3.- INFRAESTRUCTURA VIARIA
- 4.4.- PATRIMONIO HISTORICO-ARTISTICO

5. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y VALORACION DE IMPACTOS

- 5.1 METODOLOGIA DE IDENTIFICACION
- 5.2 DESCRIPCION Y VALORACION DE EFECTOS
- 5.3 JERARQUIZACION DE EFECTOS O IMPACTOS

6. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

- 6.1 MEDIDAS CORRECTORAS
- 6.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL

IM.-2.- ANALISIS DEL TERRITORIO: MEDIO FISICO Y SOCIOECONOMICO

Se realiza una descripción y valoración ambiental de los factores y componentes del medio físico natural y socioeconómico. Los elementos a analizar son los siguientes:

1.- CLIMATOLOGIA

Se analizan las principales características climatológicas del ámbito de estudio, tales como temperaturas, precipitaciones, radiación y direcciones predominantes de los vientos. Además se analizan otros aspectos como la caracterización agroclimática, capacidad dispersante de la atmósfera..., etc.

2.- GEOLOGIA

Análisis geológico en relación a las características litológicas, de permeabilidad, estabilidad..., etc. del sustrato geológico sobre el que se asienta el proyecto.

3.- EDAFOLOGIA

Análisis de los suelos presentes en el área del proyecto, definiendo sus principales características y su valor agrológico productivo.

4.- GEOMORFOLOGIA

Elemento complejo del que se analizan los siguientes aspectos; Pendiente, Orientación, Altitud y formas Fisiográficas.

5.- HIDROGEOLOGIA E HIDROLOGIA

Análisis de los cursos de agua y acuíferos presentes en el ámbito de estudio, susceptibles de ser alterados o modificados por la ejecución del proyecto.

6.- VEGETACION

Análisis de las formaciones vegetales presentes en el ámbito de estudio, inventario y valoración en orden a su valor de conservación (rareza, singularidad, complejidad, diversidad).

7.- FAUNA

Análisis de las asociaciones faunísticas presentes en el área, tanto terrestres adscritas a las diferentes formaciones vegetales (ribera, prados, etc), como acuáticas. Inventario de potencialidad y de presencia,

valoración y estudio de su interés para la conservación.

8.- PAISAJE

Definición de las unidades paisajísticas existentes, estudio ya no sólo de las componentes primarias (visuales) del paisaje, sino también de sus características complejas como son su calidad y fragilidad. Análisis de Cuencas Visuales. Valoración del paisaje en orden a su interés para la conservación. Incidencia visual del proyecto.

9.- ANALISIS DEMOGRAFICO

Se analizan las principales características evolutivas de la población afectada, su evolución, estructura, poblamiento y nivel de instrucción.

10.- ANALISIS DE LA ESTRUCTURA ECONOMICA

Se analiza la estructura de la población activa, distribución por sectores de producción, tasa de desempleo, nivel socioeconómico, etc.

11.- INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS

Inventario y análisis de las infraestructuras y equipamientos existentes en el territorio considerado a efectos del presente estudio.

12.- PATRIMONIO HISTORICO-ARTISTICO

Se realiza un análisis en la totalidad del territorio considerado, haciendo especial referencia a: Arqueológico, Etnográfico y Arquitectónico.

ALTERACIONES

En este caso, dado lo amplio del tema, haremos un simple resumen de algunas de las principales alteraciones de interés en Galicia.

1.- Alteraciones en la costa

A) Actividades del sector primario

- Problemas de la *agricultura*: Los principales problemas se producen por la presión sobre las zonas húmedas, así como la agricultura intensiva al borde de la costa. Por otra parte, se desecan áreas para su explotación agrícola. En el caso gallego, el minifundio es otro problema añadido.

Este tipo de actuaciones van a traducirse en graves transformaciones de zonas húmedas no destinadas tradicionalmente a la agricultura, un empobrecimiento del suelo, disminución del nivel de la capa freática, etc.

- Problemas del *sector forestal*: Otro tipo de explotaciones, como las repoblaciones forestales con especies foráneas (por ejemplo, de pinos o eucaliptos en sistemas dunares), la disminución de las zonas de bosque, talas abusivas, también provocan graves alteraciones, principalmente en el paisaje.

- La *ganadería*: También puede provocar alteraciones graves, por erosión, pastoreo excesivo, pastos en áreas inadecuadas, etc.

- Problemas de la *pesca*: Existen multitud de posibles alteraciones, tales como la excesiva presión pesquera, no respetar las tallas mínimas o los paros biológicos, utilización de artes pesqueras esquilmanes, marisqueo no controlado, sobreexplotación de áreas susceptibles, etc.

Las consecuencias de todo esto se reflejan en la conflictividad que vive el sector a todos los niveles entre los países, problemas locales en la concesión de licencias, falta de respeto por la normativa y los controles de vigilancia, explotación de nuevas especies y búsqueda de nuevos caladeros, etc.

B) Actividades del sector industrial

- *Emisión de contaminantes*: Se producen fundamentalmente por las empresas tales

como siderúrgicas, de construcción naval, pintura naval, etc. Estas empresas suelen verter a las aguas pinturas, aceites, etc, y provocan un incremento de la turbidez, con diversas consecuencias para la fauna allí asentada.

- *Las extracciones de áridos y de salinas*: Provocan también impactos en los sistemas litorales, ya que alteran los sistemas de sedimentación, pueden provocar la regresión de la playa, además de la desaparición de los complejos dunares, con el consiguiente impacto paisajístico y degradación ambiental.

- Independientemente de la *actividad industrial* de que se trate, siempre existe el problema de la evacuación de aguas residuales, vertidos o eliminación de residuos sólidos.

C) Actividades del turismo y ocio

En este caso, el abanico de posibilidades es muy amplio, y el tipo de alteración puede ser irreversible. Podemos distinguir las siguientes actividades:

- *Urbanizaciones turísticas al borde de la costa*: Se producen por un desarrollo urbano orientado hacia la explotación del turismo como único recurso, lo que provoca situaciones como las del Mediterráneo, con un fuerte impacto sobre el paisaje.

- *Edificaciones ilegales*: En ocasiones, se intalan edificaiones, permanentes o no, en los bordes costeros con el fin de reconvertirlas posteriormente en algo permanente.

- *Campings o acampadas ilegales*: Muchos campings se encuentran prácticamente encima de las playas, con el consiguiente impacto para esas zonas. En otros casos, y aunque está prohibido, es habitual la práctica del campismo libre al borde de la costa, provocando un incremento de residuos, alteración del espacio natural, contaminación de aguas, del paisaje, etc.

- *Edificaciones en complejos dunares o en marismas*: En muchas zonas, se han edificado viviendas veraniegas en áreas de dunas o zonas desecadas de marismas.

- *Los deportes náuticos*: La práctica de determinados deportes náuticos (pesca submarina) puede resultar inapropiada en determinadas zonas protegidas. Por otra parte, otros deportes, como las motos acuáticas, pueden resultar molestos en determinadas zonas.

- *Los puertos deportivos*: Suele provocar impactos por emisión de contaminantes, tales como aceites, pinturas, gasóleos, etc.

- *Accesos rodados a las playas*: La creación de accesos a las playas debe realizarse con planificación, para evitar una saturación de las mismas, el incremento de vertederos de residuos al borde de la carretera, etc. Por otra parte, se trata de facilitar el acceso a la playa, no de llegar con el coche al borde del mar.

- *Aparcamientos para las playas*: Si bien es preciso crear en ocasiones espacios para aparcar cerca de las playas, los aparcamientos deben realizarse en zonas apropiadas para ello, con especial cuidado de complejos dunares o de áreas delicadas. Por otra parte, debe cuidarse la estética de estos espacios, procurando integrar en ellos vegetación apropiada, para que no resulten especialmente impactantes en relación al entorno en que se encuentran.

- *Saturación de playas*: La saturación de determinadas playas o áreas susceptibles puede provocar la degradación de las mismas, ya que no siempre ofrecen los servicios necesarios para su cuidado, limpieza o mantenimiento. En este sentido, la educación y el respeto de los visitantes es también muy importante.

- *Creación de paseos marítimos*: Los paseos marítimos son un tema muy controvertido. Por una parte, no se trata de carreteras al borde del mar, sino que la idea predominante es que deben permitir el acceso de los ciudadanos a la costa.

El problema que presentan es que debe realizarse un estudio serio de la situación real de la playa y su litoral. Si la idea es regenerar la playa, deben regenerarse de verdad, y no aprovechar la idea para desarrollar una carretera costera de gran impacto. El paseo marítimo tiene que favorecer el diálogo entre la ciudad, la playa y el mar, y para ello tiene que estar perfectamente integrado en el entorno.

La controversia que crean viene motivada por su excesiva proliferación en los últimos tiempos en muchos municipios costeros gallegos, que están perdiendo su fisonomía particular en aras de su desarrollo turístico.

- *Servicios para la demanda turística*: La explotación de una zona determinada para el turismo debe ir acompañada de una buena planificación, con la creación de los servicios necesarios para cubrir la demanda existente. Esto evitará problemas de incremento de residuos, problemas de tráfico, etc.

- *Presión en zonas frágiles, incluso protegidas*: Muchas áreas costeras están protegidas, como ocurre con determinados humedales incluidos en el Convenio Ramsar, zonas de paso de aves migratorias. Se trata de zonas muy delicadas, cuyo acceso es relativamente fácil, y cuya conservación depende del respeto de sus visitantes. La saturación de visitantes en estas zonas suele molestar a la avifauna que allí reside, ya que muchos animales crían en estas épocas estivales.

- *Caza y pesca furtivas*: Este tipo de actividades ilegales suelen producirse en humedales y marismas, con el consiguiente impacto para la fauna.

- *Incremento de R.S.U. por el crecimiento estival*: En muchos municipios se produce un gran incremento poblacional en el verano, crecimiento que debe ser considerado a la hora de crear determinadas infraestructuras urbanas, tales como EDAR, vertederos de R.S.U., etc. Hay que tener en cuenta que en verano los residuos son de otro tipo, las condiciones climatológicas también, etc.

- *Recolección de especies protegidas en espacios naturales*: Las áreas protegidas poseen endemismos y especies características que deben ser preservadas. Visitar las áreas no puede convertirse nunca en coleccionar endemismos o esquilmar dichas áreas.

D) Infraestructuras y servicios

- *Creación de infraestructuras portuarias*: En estos casos, existen distintos impactos en función de las diferentes fases del proceso en que nos encontremos. Así, en el periodo de planteamiento del proyecto, las alteraciones vendrán por la realización de prospecciones, medida de parámetros, etc. En la fase de construcción los impactos pueden ser temporales, como ruidos, vertidos, rellenos, cimientos, etc. Los vertidos son muy importantes en este periodo, ya que pueden alterar la calidad de las aguas y de los sedimentos, afectando a la fauna y flora de la zona.

Las alteraciones verdaderamente importantes se producen durante la actividad del proyecto, pudiéndose distinguir entre ellas, además del innegable impacto visual, problemas de redistribución de sedimentos entre las zonas emergidas y las sumergidas, alteración de la distribución y características de los subambientes intermareales o estuarios, degradación de formas costeras (playas o dunas), interferencias en las corrientes y el oleaje, los vientos, etc.

- Creación de *infraestructuras de defensa*.

- *Realización de rellenos*: Los rellenos pueden afectar a las zonas tradicionales de pesca o alterar los procesos de sedimentación.

- *Accesos a dichas infraestructuras*: El situar determinadas actividades al borde del mar provoca que tengan que realizarse accesos para dichas actividades, cuyos impactos pueden ser igualmente importantes.

- *Problemas de vertidos y residuos*: Las actividades desarrolladas en la costa producen vertidos y residuos que deben ser controlados (aceites, pinturas, grasas, gasóleos, etc). Además, suelen ser zonas de vertido de aguas residuales de las ciudades.

- *Limitación de los accesos a la costa*: La creación de infraestructuras al borde del mar puede provocar el distanciamiento entre la ciudad y su costa, a causa de la creación de barreras que limiten el acercamiento de los ciudadanos al mar.

- *Accidentes como consecuencia del tráfico marítimo*: A pesar de las medidas de seguridad, la posibilidad de accidentes en las costas es muy elevado, con consecuencias catastróficas para el medio, tales como accidentes de petroleros, etc.

E) Desarrollo urbano

El desarrollo urbano puede entrar en conflicto con el desarrollo armónico de la costa, al provocar la competencia entre las distintas actividades que se implantan en ella. Los principales problemas que vamos a encontrar son:

- *Falta de normativa*: En algunos municipios costeros no existe ningún tipo de ordenación territorial (Normas Subsidiarias o Plan General de Ordenación Urbana), o si existe no se hace cumplir convenientemente, lo que provoca todo tipo actuaciones por parte de los particulares. Además, una vez realizadas las construcciones no suelen ser derribadas, consiguiendo muchas de ellas licencias municipales que las legalizan.

- *Falta de claridad administrativa*: En las zonas costeras entran en competencia todas las administraciones, ya que competen al gobierno central, a la administración autonómica, a las comandancias costeras, Juntas del Puerto y gobierno municipal. Incluso, en ocasiones un área determinada está controlada por distintos organismos dentro de una administración (costas, medio ambiente, pesca, etc). En muchas ocasiones, un particular puede no saber a quién corresponde la administración de una determinada zona litoral para solicitar la licencia correspondiente, y lo mismo puede ocurrir en el caso de las sanciones o controles.

- *Expansión de los núcleos hacia la costa*: Muchos municipios han crecido a partir de su puerto, o lo han hecho a expensas de su área litoral, puesto que son las zonas más apetecidas y lógicas de expansión territorial. En algunos casos, el desarrollo urbano viene propiciado por la actividad económica, que favorece un tipo u otro de

desarrollo urbano (turismo, pesca, etc). En ocasiones, el desarrollo del turismo ha provocado la desaparición o relegación de otras actividades como la pesca.

- *Suelos urbanos al borde del mar*: El desarrollo urbano ha provocado que se encuentren suelos urbanos al borde del mar. Si bien muchos de ellos son consecuencia lógica del desarrollo urbano, otros se deben a la especulación o al deseo de sobreexplotar turísticamente una zona. El principal impacto que se crea es la alteración del paisaje, así como de la fisonomía particular de la zona.

2.- Alteraciones en los suelos

Evidentemente, cualquier actividad que llevemos a cabo tiene un impacto mayor o menor sobre el suelo, como lugar de asentamiento de la misma. Sin embargo, hay una serie de actividades cuyo impacto debe ser estudiado de forma más específica.

- *Competencia por los distintos usos*. El suelo es la base de las distintas actividades que se llevan a cabo sobre él, y por lo tanto, entran en competencia los distintos usos que se le pueden dar. Sin embargo, esta competencia favorece el que el uso más idóneo no siempre sea el elegido para un determinado suelo, ya que entran en juego otros intereses.

- *Uso inapropiado de terrenos con vocación forestal* para la agricultura. Además del impacto sobre las zonas litorales, en ocasiones provoca la desaparición de la vegetación de ribera de los ríos, ya que se elimina para ser sustituida por cultivos forestales de alta rentabilidad.

- Formas de cultivo que favorecen *la erosión*, como el cultivo en pendiente. Puede evitarse transformando la pendiente en un cultivo en terrazas. El uso de determinados aperos puede ser también inapropiado para los suelos.

- *El fuego* como medio para despejar y limpiar el monte. El fuego puede ser beneficioso para destruir las malas hierbas o para acelerar la mineralización de los elementos fértiles de los vegetales. Por otra parte, es perjudicial porque destruye la materia orgánica y favorece la pérdida del nitrógeno. Los efectos sobre el suelo después de un incendio forestal son claramente negativos, incremento la erosión, alteración de la escorrentía superficial, contaminación de aguas por arrastre de partículas, etc.

- Falta de definición del espacio para *la ganadería*, que se traduce en un uso

incontrolado de terrenos forestales o monte bajo para este fin.

- *La ganadería*, ya que el pastoreo abusivo o sobrepastoreo degradan el suelo, porque además de disminuir la materia vegetal, el pisoteo de los animales provoca un efecto de compactación del suelo.

- *Abonados excesivos o incorrectos*, que contaminan acuíferos o que contaminan cauces por arrastre de los fertilizantes.

- *Manejo incorrecto de las aguas de riego*, que puede provocar salinización o alcalinización. Un uso incorrecto del agua (escurrimiento, infiltración, aspersión, inundación), puede provocar un empobrecimiento y degeneración importantes, ya sea por escorrentía excesiva, excesos de lavado, mala percolación, etc, que hace que la solución remontante del suelo se evapore y genere altas concentraciones salinas que pueden cristalizar en costras y salinizar el suelo.

- *Impacto de los vertederos de R.S.U.* En el caso de los vertederos incontrolados, se produce acumulación de metales pesados en el suelo, como consecuencia de la infiltración de los lixiviados procedentes del vertedero, que pueden llegar a contaminar los acuíferos subterráneos. Además es frecuente la proliferación excesiva de insectos y otros invertebrados que pueden ser transmisores de enfermedades, así como el desarrollo exagerado de poblaciones de microorganismos, patógenos y no patógenos.

- *Eliminación de horizontes superficiales o variación* en la disposición de los horizontes. Se produce al efectuar labores en el suelo. Al efectuar grandes movimientos de tierra (una carretera, pistas forestales, etc), podemos alterar los horizontes o eliminar alguno de ellos. Si se destruyen los horizontes edáficos, se impide la revegetación de la zona. Para evitarlo, debemos prevenir la erosión, ya que una vez iniciado el proceso es difícilmente frenable.

En las repoblaciones forestales se utiliza una técnica denominada subsolado, técnica de forestación que trata de romper los horizontes profundos de los suelos con mala infiltración o problemas de compactación, para facilitar la penetración de las raíces e incrementar la capacidad de infiltración. Esta labor resulta interesante en suelos impermeables, ya que la infiltración se incrementa con el tiempo, y puede provocar la inundación de las partes bajas.

- *Eliminación de la cubierta vegetal*, con el fin de cambiar el uso del suelo o de realizar una actividad determinada, como una carretera, pista forestal, etc. Además de la eliminación, también es importante ver cómo se ha hecho esa eliminación, ya que pueden provocarse más impactos. Para restituir la cobertura vegetal del suelo, existen diferentes métodos, entre los que destacan los "mulch".

- *Compactación por el paso de maquinaria*: Al realizar determinadas infraestructuras, el paso de motorizadoras o maquinaria pesada sobre taludes, puede destrozar los horizontes superficiales, e impedir la posterior revegetación de la zona.

- *Los suelos situados al borde de carreteras y autopistas* también sufren los efectos de estas, ya que suelen tener un alto contenido en azufre y alquitrán, que pasa a las plantas.

- *Los pesticidas y plaguicidas*, que dejan en el suelo sustancias contaminantes que pueden llegar a penetrar en la cadena trófica.

- *Los metales pesados*, por su alta toxicidad y su poder acumulativo. La acumulación

de metales pesados en los horizontes superiores provoca una alteración de la materia orgánica y afecta al ciclo del nitrógeno; además, se reducen las cosechas al afectar al poder germinativo de las semillas, a la fotosíntesis y a la absorción de agua por parte de las plantas. Podemos destacar:

3.- Alteraciones del clima

El clima va a tener un efecto sinérgico con otros impactos que se produzcan en las distintas actividades. Podemos distinguir:

- *Emisión de partículas y gases*: Pueden producirse durante la construcción de carreteras, autopistas, etc. Determinadas industrias son constantes emisoras de este tipo de contaminantes, por ejemplo, empresas madereras, minas, térmicas, etc. Es importante conocer la dirección e intensidad de los vientos para evitar la dispersión de los contaminantes.

- *Emisión de ruidos*: Los ruidos producidos, tanto en el periodo de construcción (fundamentalmente por el paso de maquinaria pesada), como en el de explotación, pueden disminuirse o incrementarse en función del emplazamiento y de los vientos predominantes.

- *Incremento de olores*: Puede producirse en el periodo de explotación de una infraestructura (por ejemplo, cualquier industria o un vertedero). En estos casos, los vientos son un factor muy importante a tener en cuenta, así como el emplazamiento del lugar emisor.

- En algunos casos (por ejemplo, obras litorales), la construcción de infraestructuras puede afectar a la *dinámica eólica*, y consecuentemente, alterar los balances sedimentarios en playas y dunas.

- *La vegetación* influye muy directamente sobre el clima. Por una parte, la presencia o ausencia de vegetación modifica los vientos a nivel local. Es muy importante considerarlo a la hora de realizar repoblaciones forestales y por su relación con el relieve.

Por otra parte, la evapotranspiración se ve favorecida por una vegetación densa, y por lo tanto se produce un incremento de las precipitaciones. Además, en el interior de un bosque denso, la humedad relativa es mucho mayor, y la temperatura es menor, ya que las plantas reflejan una gran parte de la energía solar que les llega, que es devuelta a la atmósfera.

- *Las masas de agua* (por ejemplo embalses y presas), favorecen la evaporación del agua que contienen, lo que provoca un enfriamiento local del aire. Además, en estas zonas tienden a incrementarse las nieblas por el mismo motivo. Esto es importante

por los efectos que puede tener la ubicación de un embalse, ya que puede provocar la alteración del microclima local, con los consiguientes impactos para la fauna, la vegetación o la economía de la zona.

4.- Los vertidos sobre las aguas

El origen de la contaminación de las aguas es múltiple, y en general los procesos se interrelacionan entre ellos. Aunque los vertidos producidos sobre los cauces superficiales o subterráneos se ven afectados por múltiples motivos expuestos con anterioridad, de forma esquemática, podemos agrupar los impactos producidos por los tipos de vertidos de la siguiente manera (Figura 3.12):

- * Vertidos del sector primario.
- * Vertidos industriales.
- * Vertidos urbanos.
- * Impacto de las actividades recreativas.

Vertidos del sector primario

El sector agrícola-ganadero produce una serie de vertidos que llegan a los cauces fluviales por varias vías. En este caso, podemos encontrarnos con fuentes de contaminación puntuales y fuentes difusas, predominando en general estas últimas.

Una buena cantidad de los sedimentos que llegan a los ríos proceden de la **erosión de los terrenos de cultivo**. En estos procesos erosivos se arrastran todo tipo de materiales que contienen partículas de fertilizantes, abonos, pesticidas, etc, que finalmente acaban llegando a los cauces superficiales y mezclándose con el agua. Se trata normalmente de partículas en suspensión que, por lo general, van a provocar un aumento de la turbidez y falta de transparencia en las aguas, así como un incremento en los sedimentos depositados en los fondos.

Los **abonados**, así como los **plaguicidas y pesticidas, fertilizantes...**, pueden ser necesarios, aunque un exceso de los mismos puede penetrar en el suelo (y de ahí pasar a las aguas subterráneas) o llegar a los cauces fluviales por el flujo de la escorrentía superficial. Por otra parte, al tratarse algunos de ellos de productos muy solubles, se producen lixiviados con cierta facilidad, que pueden llegar a los acuíferos.

IM.- 3.- MEDIDAS CORRECTORAS

Partiendo de la premisa de la inexistencia de una definición concreta al respecto de lo que es una Medida Correctora, podrían éstas englobarse bajo la siguiente acepción:

"Una Medida Correctora puede o va a ser, como su nombre ya indica, cualquier tipo de acción, instrumento o técnica (= Medida) que, como resultado de su aplicación produzca una ATENUACION, o una ELIMINACION, o bien una COMPENSACION de un efecto ambiental negativo cualquiera derivado de una actividad cualquiera.

Es decir, que tanto es una medida correctora la instalación de contenedores de "basuras" en una zona dedicada a Parque de Maquinaria, como la construcción de una E.D.A.R. en un polígono industrial.

La propia definición antes establecida indica la total variabilidad existente en relación, tanto al ámbito como el momento de aplicación de las mismas a nivel del ciclo de desarrollo del proyecto, que abarca, como era el caso de los impactos a nivel de la "Secuencia Lógica de las E.I.A.", a todo el ciclo del proyecto en su conjunto; pues los efectos ambientales negativos de una actividad cualquiera pueden derivarse tanto de un mal diseño y ubicación territorial de aquella, como de operaciones derivadas de su ejecución, funcionamiento o clausura.

Por ejemplo, el proceso de selección de alternativas de ubicación de una actividad ya es una medida correctora siempre y cuando la ubicación elegida sea la menos impactante del conjunto de opciones.

3.1.- Objeto y "Modus Operandi" de las Medidas Correctoras

Siguiendo el desarrollo anterior del tema, debe señalarse que el objeto básico y fundamental de la aplicación de una Medida Correctora es "Corregir Impactos Negativos No Deseados"; lo cual -corrección de impactos- puede consistir bien en una, dos o el conjunto, de las siguientes cuestiones:

A).- **Atenuar el Impacto**: lo cual puede lograrse limitando la intensidad o agresividad de la acción que lo provoca. Un ejemplo de este carácter de "atenuación" sería la aplicación de técnicas de depuración de efluentes o, también la instalación de sistemas de control de determinadas emisiones atmosféricas.

B).- **Cambiar la Condición del Impacto**: entendiendo que la condición del impacto se refiere a aspectos relativos a su carácter, es decir, Negativo/Positivo, Temporal/Permanente, Alcance Medio/Puntual..., etc. En estos casos, la modificación del carácter del impacto puede lograrse mediante actuaciones favorecedoras de los procesos de regeneración natural, los cuales favorecen la disminución de la duración de los efectos negativos. Un ejemplo claro de este tipo de actuaciones es la utilización de Técnicas de Recuperación de Espacios Alterados, también denominadas Técnicas de Restauración.

C).- **Compensar el Impacto**: que consiste en la aplicación de Medidas Correctoras de efecto contrario al de la acción impactante; aunque también puede entenderse como la aplicación de medidas de restauración y/o mejora en ámbitos espaciales diferentes a los de la influencia del impacto.

D).- **Eliminar el Impacto**.

Por otro lado, a la hora de hablar de medidas correctoras requeridas por determinado proyecto, independientemente de la fase en que nos encontremos, es importante partir de la premisa de que "siempre es mejor no producir impactos que establecer su medida correctora"; puesto que estas suponen un coste adicional que, aunque en comparación con el coste global del proyecto suele ser bajo, puede evitarse si no se produce el impacto, a lo que hay que añadir que en la mayoría de los casos las medidas correctoras sólo eliminan una parte de la alteración, es decir, atenúan y, en muchos otros casos, ni siquiera eso.

3.2.- Eficacia de las Medidas Correctoras

Lo cual nos lleva a hablar de la eficacia de las medidas correctoras, que no es ni mucho menos absoluta, pues está condicionada por una serie de factores que actúan como limitantes de su grado o posibilidad de aplicación y, por ende, de su eficacia.

En cuanto a estos factores, citar en primer lugar, tres cuestiones obvias:

-La eficacia de una medida correctora depende de su correcto diseño en relación al objeto que se pretende.

-La aplicación de una medida correctora no debe suponer la aparición de impactos adicionales.

-El coste económico de la aplicación y mantenimiento de la efectividad de una medida correctora es uno de los factores que, evidentemente, va a condicionar el abanico de medidas correctoras aplicables en cada caso.

Otros factores condicionantes de la eficacia de las medidas correctoras, aunque de carácter menos obvio, son los siguientes:

-Diseño del proyecto y cuidados en la fase de obra: puesto que un adecuado diseño medioambiental de cualquier proyecto, o lo que es lo mismo, "la consideración de aspectos ambientales a la hora de diseñar un proyecto", así como el tener ciertos cuidados durante la fase de ejecución (sobre todo en obra civil), puede significar la reducción de cierto número de impactos, es decir, se trata ya de una medida correctora y, por otra parte, su grado de aplicabilidad, va a depender de "pequeños" detalles de los proyectos como son: pendiente final de taludes en desmonte y terraplenes, espacios libres para instalar pantallas sónicas, estado final de los terrenos tras los movimientos de tierras..., etc. que, además de variar el costo de su aplicación, pueden llegar a hacerla inviable técnica y económicamente.

-Escala espacial y temporal de su aplicación: en cuanto a la primera, escala espacial, es necesario definir previamente el área de influencia espacial de los impactos y hacer coincidir éste con el ámbito de aplicación de las medidas correctoras.

En relación a la escala temporal, hay que precisar que en la mayoría de los casos, sobre todo obra civil, la eficacia de las medidas correctoras depende de su aplicación simultánea con la ejecución de la obra o, inmediatamente después de la misma, evitándose así impactos secundarios o derivados que de otra forma suelen producirse, como por ejemplo, procesos erosivos y de inestabilidad.

3.3.- Aspectos de Aplicabilidad Medidas Correctoras

En relación a la amplitud del concepto de medida correctora, señalar la

imposibilidad de definir aquí, de forma concreta, cuales son las medidas correctoras aplicables a la puesta en práctica de cualquier actividad, pues las medidas correctoras aplicables en cada caso, estarán siempre en función de la magnitud y características de las alteraciones derivadas de la interacción Proyecto-Medio que, a su vez, varían en función de las características y particularidades, tanto del medio receptor del proyecto como del propio proyecto o actividad de que se trate.

En cualquier caso y como criterio genérico en relación a la definición de un marco general de factores, elementos o procesos sobre los que o, en relación a los cuales se suelen aplicar medidas correctoras, se atenderán o repasarán aspectos como los siguientes:

- Control de emisiones a la atmósfera.
- Control de captaciones y/o vertidos a las aguas, tanto superficiales como subterráneas.
- Control de R.T.P. derivados del proyecto.
- Control de emisiones acústicas. Verificación de límites.
- Medidas preventivas de preservación de los suelos.
- Defensa de áreas de reserva o interés en relación a su flora, fauna, paisaje, patrimonio, aspectos culturales..., etc.
- Protección de ecosistemas sensibles.
- Control de aspectos relacionados con los valores socioeconómicos y culturales-tradicionales del área.

3.4.- Un caso particular: Introducción

Un caso, en realidad a la vez particular y general, es el de la recuperación de espacios alterados, entendiendo por tales aquellos espacios o terrenos sobre los cuales se han desarrollado o, se van a desarrollar actividades del tipo de las siguientes:

- Minería a cielo abierto. (método de descubiertas o cortas).
- Escombreras de minería.
- Canteras de rocas para construcción y ornamentación.
- Extracción de grava y arenas (graveras).
- Vertederos de residuos.
- Obra civil.
- Abandono de zonas urbanas y/o industriales.
- Excesiva presión humana sobre zonas sensibles a la erosión (zonas costeras, áreas recreativas...).

El resultado de la aplicación de estas actividades sobre un terreno, suele ser una alteración tal, que el terreno ha perdido, totalmente o en una parte importante, su capacidad productiva (entendiendo ésto como consecuencia de la casi absoluta destrucción o inexistencia del suelo) y ésta no puede ser restituída sin que medie un tratamiento adecuado.

Centrandonos en la recuperación de zonas alteradas, uno de los primeros aspectos, sino el primero de todos, a considerar a la hora de proceder a recuperar un terreno alterado, es decidir el uso futuro -una vez recuperado- del terreno, pues este aspecto deberá convertirse en el rector del resto del proceso de recuperación, es decir, pasa a ser el fin a alcanzar en el proceso de recuperación.

Por supuesto, cuanto antes se decida el uso futuro de un terreno alterado o sobre el que se va a ejecutar alguna de las actividades anteriormente citadas (prácticamente todas ellas tienen una finalización de uso o ejecución fácilmente determinable), más fácil y menos costoso será alcanzar esa utilidad propuesta, pues la propia actividad puede incorporar desde su diseño aspectos que favorezcan la implantación de ese determinado uso futuro.

En cuanto al potencial de uso futuro de las zonas alteradas, o que presumiblemente lo van a ser, éste dependerá de sus características y de la demanda económica y social del entorno en el que se sitúa.

En este sentido es muy importante su situación con respecto a los núcleos de población y las actividades existentes en la región. Por descontado, el nuevo uso del espacio debería ser compatible con otras formas de uso del suelo en el área y, también debería estar en consonancia con las expectativas y demandas de la población, pues así se evitan conflictos que pueden comprometer el éxito de la recuperación.

En cuanto a los usos posibles, teóricamente éstos son casi tantos como posibles ideas, aunque los más frecuentes suelen ser los siguientes:

- Establecimiento de la vegetación y ecosistemas naturales de integración con el entorno, con fines de conservación de la naturaleza e incluso creación de hábitats para determinadas especies.
- Zonas verdes con fines recreativos, educativos, deportivos...
- Restitución de actividades agrícolas.
- Producción forestal.
- Instalaciones industriales.
- Vertederos de R.S.U.
- Experimentación.

Sea cual sea la elección, ésta debe ser factible desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental en el sentido ya expresado.

Una cuestión, en principio interesante, sería dedicar estos espacios a alguna actividad económicamente rentable que permita cubrir los gastos de la recuperación, aunque dado que estamos tratando con terrenos alterados, su adecuación a la actividad rentable suele incrementar excesivamente los costes, sobre todo si se comparan con los de la implantación de la actividad rentable en espacios más adecuados a ella.

De ahí el hecho de que con mayor frecuencia se contemplen soluciones menos exigentes o, usos no económicamente productivos que devuelvan al terreno su capacidad biológica original y lo integren en su contexto ecológico y social con la mínima demora posible.

Lo cual, devolver al terreno su capacidad biológica original e integrarlo en su contexto ecológico y social con la mínima demora posible, se consigue, básicamente, mediante el restablecimiento de una cubierta vegetal, de forma que ésta constituya un ecosistema completo capaz de automantenerse, pues así se cubren los objetivos últimos de toda recuperación, que pueden resumirse de la

manera siguiente:

- Reducción y control de la erosión.
- Estabilización de terrenos sin consolidar.
- Reducción del drenaje de efluentes tóxicos.
- Protección de los recursos hídricos.
- Integración en el entorno de los terrenos alterados.
- Restauración de la productividad del suelo y de la riqueza biológica en general.
- Protección frente a riesgos para la salud y propiedades de las personas.
- Protección de obras civiles.

IM.- 4.- RESTAURACION E **INTEGRACION PAISAJISTICA**

La ejecución de la mayoría de los proyectos constructivos va a generar un impacto más o menos considerable sobre los elementos y procesos del medio donde se asienta. Al objeto de minimizar el impacto sobre algunos de ellos, se cuenta con una herramienta básica, los Proyectos de Restauración.

Los Proyectos de Restauración e Integración Paisajística deben concebirse como una medida correctora multiobjetiva, y con su ejecución se pretende actuar en diferentes frentes para eliminar, corregir o minimizar, los posibles impactos que puedan provocar los distintos proyectos sobre las condiciones del entorno en que se sitúan.

La redacción del proyecto de restauración debe realizarse de forma adecuada para considerar todos los aspectos que puedan verse afectados, tanto del Proyecto estudiado, el medio físico que lo acoge o la comunidad social en la que se ubica; para lo cual hay que recurrir tanto a los distintos documentos de que conste el proyecto: memoria informativa o constructiva, estudios ambientales (E.I.A, E.E.A), como a las alegaciones presentadas por los distintos organismos oficiales, asociaciones o particulares.

En el caso de no disponer de dicha información, será necesario recurrir a medios de documentación alternativos: consultas directas a los proyectistas o empresas constructoras, consulta de proyectos similares, encuestas en la zona, y en último término, a la realización de ciertos trabajos previos de recogida de información.

4.1.- OBJETIVOS DE LA RESTAURACION

Los objetivos que pretenden alcanzarse con la ejecución de una restauración van a depender fundamentalmente de la tipología del Proyecto considerado, del Medio físico donde va a ubicarse y de la situación socio-económica de la zona. Por lo tanto, para la determinación de estos objetivos es necesario un conocimiento previo, global y exhaustivo de la situación.

Algunos objetivos básicos de las restauraciones son:

- Restauración, acondicionamiento y revegetación de suelos.
- Reducción de los procesos geofísicos (escorrentía, erosión, inestabilidad, etc) mediante la sujeción de suelos en las estructuras, fundamentalmente en las que presentan pendientes acusadas.
- Recuperación de superficies alteradas.
- Minimización del impacto paisajístico del Proyecto mediante la regeneración de los espacios modificados por la construcción, lo que aumentará el grado de integración del propio proyecto con el medio que lo acoge.
- Aumento de la seguridad en la zona afectada por el Proyecto, utilizando la cobertura vegetal como complemento de la señalización de los límites de las distintas estructuras generadas por el proceso constructivo.
- Empleo de la cobertura vegetal implantada para la minimización de la propagación de ruidos, así como de las inmisiones de partículas en la atmósfera.

-Racionalización de la restauración, mediante la elaboración de un plan general que considere en todo momento, las condiciones físicas del entorno y las necesidades constructivas del proyecto.

-Salvaguarda de los cursos fluviales y protección efectiva de los recursos hídricos.

-Utilización máxima en el proceso de restauración de los recursos propios, planificando la utilización de material generado por la propia actividad constructiva, o incluso de funcionamiento (lodos de depuradoras, estériles de cantera, etc).

-Reducción de los costes de ejecución de la restauración, mediante la utilización de los tratamientos más adecuados a las distintas situaciones del Proyecto.

4.2.- CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

En este punto se trata de determinar cuales son las características que definen el Proyecto, y que actuaciones del mismo producirán una modificación de la situación actual. Fundamentalmente, se pretende establecer las posibles modificaciones sonoras, de emisiones a la atmósfera, morfológicas, de cobertura vegetal y la alteración paisajística sobre la que será necesario actuar, pero sin olvidar en ningún momento la funcionalidad del Proyecto considerado.

Para acometer este objetivo es necesario establecer el estado final de las distintas situaciones y superficies resultantes de la construcción. Van a depender básicamente de la tipología del Proyecto considerado, pero en una primera aproximación, las superficies que generalmente se consideran en un plan de restauración serán del tipo:

-Zonas sensibles a incrementos sonoros o contaminación atmosférica.

-Superficies que interfieran con masas de aguas o cursos fluviales.

-Taludes en desmonte

-Taludes en terraplén

-Muros

-Obras de Fábrica

-Obras de Drenaje

-Escombreras

-Canteras

-Areas especiales (áreas de peaje o de descanso, superficies escaparate, zonas de recepción, etc)

-Superficies accesorias (parques de maquinaria, zonas de almacenaje, accesos a

obra, etc.).

4.3.- CARACTERIZACION TERRITORIAL

Es necesario establecer la situación actual del territorio afectado por el Proyecto para poder determinar la capacidad de acogida del mismo, y por lo tanto las directrices a seguir por el proyecto de restauración.

De la calidad del trabajo de caracterización territorial va a depender, en muchas ocasiones, la viabilidad real de la restauración, ya que lo que se pretende con ella, es fijar todas aquellas restricciones que puedan resultar ineludibles; el olvido de una sola de estas limitaciones puede hacer fracasar todas las medidas adoptadas.

De forma general, los factores ambientales a considerar, por su afección sobre la restauración vegetal, pueden ser climáticos, edáficos o topográficos.

4.3.1.- Factores climáticos

Las principales características del clima que van a influir en la cobertura vegetal son la radiación solar, la precipitación, la temperatura y el viento.

Radiación solar:

Es un factor esencial tanto por que permite la fotosíntesis como por su aporte de calor. Las especies presentan necesidades de radiación solar diferentes, variando no sólo la cantidad total de radiación recibida, sino también la distribución de esta radiación a lo largo del año (fotoperíodo).

Precipitación:

En la mayoría de las superficies que se someten a restauración, la precipitación es la principal fuente de aprovisionamiento de agua para las plantas.

El volumen de la precipitación y su distribución a lo largo del año va a determinar la cantidad de agua en el suelo, así como la humedad de la atmósfera.

Régimen de temperaturas:

El metabolismo celular, la asimilación clorofílica y la transpiración (es decir el desarrollo, crecimiento y necesidades de agua de la planta) dependen en gran medida de la temperatura ambiente. Cada especie vegetal está caracterizada por

una temperatura óptima (en dichas condiciones el desarrollo es máximo) y una temperatura máxima y mínima admisible, (superadas las cuales la planta no puede recuperarse). En consecuencia los parámetros más interesantes para el estudio de este factor son el intervalo de temperaturas media, máximas y mínimas absolutas, y el período libre de heladas.

Régimen de vientos:

La intensidad y frecuencia de los vientos en una zona puede influir decisivamente en la vegetación. Mientras una intensidad moderada favorece el ritmo vital de la planta (al renovar el aire alrededor de los estomas y facilitar la función clorofílica), cuando la intensidad aumenta se produce un incremento peligroso de la transpiración (debido al aporte constante de aire no saturado de humedad a las hojas), como medida defensiva los estomas de las hojas tienden a cerrarse y por lo tanto la fotosíntesis se reduce. Cuando el viento es constante este mecanismo de defensa no es suficiente y la deshidratación continúa.

En zonas de vientos fuertes y constantes la cobertura vegetal no se desarrolla con normalidad, en un primer grado el tamaño de los árboles disminuye, a mayor fuerza pueden provocarse deformaciones (en ocasiones aparecen masas de árboles inclinados en una determinada dirección de forma permanente, es un perfecto indicativo de la dirección de los vientos dominantes en la zona), en último caso la intensidad del viento puede impedir el desarrollo de un sustrato arbóreo.

Una vez realizado el estudio del clima de la zona de actuación se extraerán las limitaciones climáticas a la restauración (poca o mucha radiación, sequía o encharcamiento, épocas muy calurosas o frías, vientos dominantes e intensidades de los mismos, etc).

4.3.2.- Factores edáficos

El suelo, como fuente y dispensa de elementos nutritivos, agua y oxígeno influye de forma decisiva sobre el desarrollo de la vegetación que en él se asienta. Dicha influencia puede reflejarse por parámetros como la textura y estructura, contenido y disponibilidad de nutrientes, acidez (ph) o profundidad.

Textura y estructura:

Determinan los movimientos de aire y agua en el interior del suelo, así como su capacidad de almacenamiento y su disponibilidad para las plantas (suelos muy arcillosos tienen mucha capacidad para retener agua pero también presentan dificultad para cedérsela a las plantas).

Sustancias nutritivas:

Se localizan en el suelo en solución de sales minerales y existen una serie de ellos que son indispensables para el desarrollo normal de las plantas. Pueden diferenciarse en macronutrientes y micronutrientes (necesarios pero en cantidades ínfimas) en función de la cantidad necesaria para las plantas. Entre los macronutrientes se encuentran aniones como el nitrógeno, fósforo y azufre; y cationes como potasio, calcio, magnesio y sodio. Entre los micronutrientes se encuentran metales como hierro, manganeso, cinc, cobre, boro, molibdeno y cloro.

Tanto el exceso como el defecto de alguno de estos componentes puede crear problemas en el desarrollo de las plantas.

Grado de acidez:

Las plantas presentan diferentes necesidades de acidez o basicidad en el suelo, de tal forma que el ph puede determinar la presencia o ausencia de una determinada planta; llegando a determinar la composición de la cobertura vegetal a utilizar en la restauración

Profundidad:

La profundidad del suelo va a determinar las especies que pueden utilizarse, ya que cada planta presenta unas necesidades distintas en este sentido.

Una vez realizado el estudio edáfico de la zona de actuación se extraerán las limitaciones a la restauración.

4.3.3.- Factores topográficos

La influencia de los factores topográficos en la restauración tiene que ver con su acción modificadora de los otros factores ambientales. Los principales factores topográficos de influencia son las condiciones del relieve, exposición, orientación, altitud y pendiente.

Relieve:

Puede modificar los regímenes de vientos, precipitaciones, humedad edáficas y temperaturas (barreras montañosas, valles y depresiones, variaciones altitudinales, etc).

Exposición:

Condiciona la intensidad de los factores climáticos según que la zona esté más o menos expuesta a ellos.

Orientación: Modifica directamente la radiación.

Pendiente:

Modifica las condiciones térmicas y de iluminación; además condiciona directamente el nivel de estabilidad del sustrato.

4.3.4.- Factores limitantes

Una vez analizado el Proyecto y el medio se establecen los principales factores limitantes a considerar aplicados a las distintas situaciones resultantes del proyecto constructivo; normalmente estos afectarán a las restricciones climatológicas, edáficas, de situación y estructurales, de las distintas superficies alteradas o generadas por el Proyecto y que estarán necesitadas de un tratamiento de restauración.

En Galicia algunas situaciones que se presentan con frecuencia son:

-Condiciones climatológicas en general favorables, pero que presentan sin embargo un déficit hídrico de mayor o menor intensidad, principalmente acusado en los meses de Julio y Agosto. También pueden aparecer limitaciones por frío durante el invierno en las zonas interiores o montañosas, aunque suelen limitarse al período invernal.

-Topografía en general accidentada que determina la morfología acusada de ciertas estructuras, principalmente taludes.

-Deficiencia de sustrato en algunas estructuras.

-Interceptación de cursos de agua, generalmente estacionales, que es necesario encauzar o superar mediante estructuras de drenaje.

IM.- 5.- PLAN DE RESTAURACION. **GENERALIDADES**

La consideración de todas las limitaciones establecidas con anterioridad va a determinar la forma de implantación de la cobertura, las áreas de actuación, tratamientos a seguir, especies vegetales a utilizar, estructura de las distintas coberturas, labores de ejecución, etc.

Implantación

El término *Implantación* hace referencia al grado de desarrollo de la cobertura vegetal que va a utilizarse en la restauración; es decir, el empleo de semillas o plantas para la revegetación de determinadas superficies, y dentro de éstas últimas, la elección entre ejemplares jóvenes o desarrollados.

La elección de un tipo u otro de implantación va a condicionar el desarrollo del plan de restauración, así como su ejecución, mantenimiento y coste.

En general, las condiciones que concurren en los territorios que están necesitados de tratamientos de restauración (infraestructuras viarias, superficies industriales, presas, etc), determinan que la implantación de una cobertura vegetal totalmente desarrollada desde el momento inicial, presente pocas posibilidades de viabilidad a medio y largo plazo, haciendo necesario un plan de mantenimiento posterior y reposición de marras intensivo, que podría no ser efectivo y comprometería innecesariamente la inversión.

De esta forma, una cobertura vegetal establecida con un grado de desarrollo alto y sin un plan de conservación adecuado, tendería a degradarse y se restaría eficacia a las medidas adoptadas, no llegándose a cumplir los objetivos perseguidos.

En general, la restauración debe proyectarse atendiendo tanto a los fines últimos como a la forma de asegurar el mantenimiento de éstos a lo largo del tiempo. Esto determina, con frecuencia, la necesidad de una cobertura vegetal en lo posible rústica, adecuada al medio circundante, pensada para que la implantación se desarrolle a medio-largo plazo, evolucionando de forma paralela al entorno natural,

adaptándose a las limitaciones físicas existentes y asegurando una vegetación acorde que cumpla los objetivos buscados con el paso del tiempo.

Áreas de Actuación

Para la elaboración del plan de restauración de las superficies afectadas por un determinado Proyecto se considera, como aspecto fundamental, los tipos de estructuras consecuencia de la actuación (por ejemplo en una carretera: desmontes, terraplenes, muros y posibles superficies degradadas, canteras, parques de maquinaria, etc) determinadas con anterioridad.

Se considera aquí la necesidad de restauración de cada superficie en concreto, con las particularidades que debe cumplir la cobertura vegetal que en ella se asiente: protección frente a ruidos o emisiones atmosférica, frente a la erosión, refuerzo de la señalización, preservación de cauces, ornamental, integración de infraestructuras, etc.

Las condiciones ecológico-paisajísticas que se pretendan establecer en dichas superficies determinarán la necesidad de una cobertura vegetal precisa, que cumpla los diferentes objetivos en cada superficie, minimizando la alteración que el proyecto produce en el entorno, e integrando la infraestructura en el medio.

En el caso de infraestructuras extensas (carreteras, ferrocarriles, etc) o en zonas donde existan diferentes comunidades vegetales, es preciso determinar el entorno ecológico de cada elemento antes de considerar el tratamiento de restauración adecuado para cada área. En este caso debe recurrirse a un estudio de la vegetación de la zona.

De tal forma que englobando todas las consideraciones establecidas: limitaciones existentes, características de las superficies resultantes, funcionalidad de las mismas, vegetación del entorno, etc, se establecen de forma definitiva las unidades para la restauración.

Especies

Para conseguir el efecto integrador del proyecto considerado es necesario fijar las especies que van a integrar la cobertura vegetal, escogiendo según la función buscada para cada superficie, coberturas de naturaleza autóctona o artificial, la elección del tamaño de la planta y el estado de implantación; todo ello con el fin de determinar una adecuada implantación del material vegetal.

Hay que tener en cuenta, asimismo, el tipo de conservación que va a poder aportarse posteriormente a las plantaciones que se realicen; normalmente los proyectos que precisan de restauración, no cuentan con un plan de conservación posterior, limitándose éste a actuaciones de mantenimiento más o menos periódicas y espaciadas.

Por consiguiente, en estos casos hay que tener en consideración en la elección de plantas, el empleo de especies y condiciones de implantación que minimicen estas necesidades de seguimiento posterior y que permitan una evolución de la cobertura lo más natural y autocontrolada posible.

En general, se considerarán como condiciones prioritarias en la selección de especies las siguientes características:

- Resistencia a los condicionantes climáticos (sequía estival, períodos fríos, heladas, humedad, etc).
- Adaptación al ambiente (ambiente marítimo, fluvial, etc).
- Adaptación al sustrato (suelos ácidos o calizos, salinidad, suelos arenosos o arcillosos, encharcamiento, baja fertilidad, pedregosidad, falta de profundidad, etc).
- Funcionalidad.
- Viabilidad de la implantación.
- Minimización del mantenimiento posterior.
- Morfología, aspecto y forma de las distintas especies, para cubrir los objetivos buscados.
- Relación coste/calidad.
- Disponibilidad en vivero.

Estas condiciones se unirán, finalmente, a la consideración de las características de la vegetación natural circundante, intentando, en la medida de lo posible y sin perder de vista el carácter funcional de la misma, una integración paisajística en el entorno.

Una vez definidas las especies adecuadas para cada superficie, habrá que elegir el tamaño de las mismas, la forma en que van a plantarse (raíz desnuda, cepellón, maceta, etc), marcos de plantación y localización gráfica.

5.1.- CONSIDERACIONES TECNICAS DE IMPLANTACIÓN

Con frecuencia los proyectos de restauración fracasan no por la idoneidad de la restauración proyectada sino por las deficiencias de la ejecución; por lo tanto es conveniente establecer un apartado donde se especifiquen todas aquellas consideraciones técnicas básicas que deben estimarse cuando se aborde la ejecución de la restauración. Normalmente, estas se recogen con la mayor amplitud posible en el Pliego de Prescripciones de Condiciones Técnicas del documento.

En dicho pliego se recogerá la descripción de las operaciones a realizar además de relacionar todos los materiales básicos necesarios para realizar las

distintas unidades que componen las obras de restauración y todas las condiciones que deben cumplir estos materiales para poder utilizarse en la restauración (plantas, agua, tierra vegetal, abonos y enmiendas, semillas, vientos y tutores,

De igual forma se indicarán las operaciones necesarias para ejecutar las plantaciones no sólo las relativas a la propia plantación (apertura de hoyos, plantación, riegos, fertilización, etc), sino aquellas accesorias como el extendido de tierra vegetal, el reacondicionamiento previo a la plantación o la realización de drenajes.

Se establecerán también los pasos a realizar para el control y conservación del material vegetal, y las condiciones generales de las plantas suministradas para la plantación.

Debe fijarse también la época de plantación. Normalmente las restauraciones de la mayoría de los proyectos presentarán importantes limitaciones para la implantación de la vegetación, por lo que para aumentar el porcentaje de éxito de la restauración y la calidad de la misma, que será un condicionante determinante en el posterior desarrollo de la cobertura vegetal, es necesario que las operaciones de restauración se realicen en las condiciones climáticas más adecuadas.

Otra de las cuestiones a reseñar es el período de garantía de la plantación, es decir, el tiempo durante el cual la empresa ejecutora de la restauración se responsabiliza del éxito de la misma.

También hay que establecer el plan de mantenimiento posterior a la plantación durante el período de garantía e incluso el posterior a dicho período si la plantación lo requiriese.

5.2.- PRESUPUESTO

Como apartado final habrá que realizar una valoración presupuestaria del proyecto de restauración.

Partiendo de las consideraciones realizadas con anterioridad se establecen distintos apartados para la elaboración del presupuesto:

a).- Mediciones: donde se recoge el número de unidades de cada material a utilizar.

b).- Precios: se establecen los precios para los distintos elementos utilizados en la restauración (Precios Unitarios, Precios Descompuestos).

c).- Presupuesto.

L.- LEGISLACION

1.- LEGISLACION EN MATERIA DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

EL MARCO LEGAL

Conviene señalar que en este capítulo se van a abordar en apartados diferentes la legislación de Medioambiente, específica de Evaluación Ambiental, en relación con las Obras Públicas en virtud del rango u órgano emisor. Así cabe distinguir la surgida del Derecho Comunitario, La Legislación Básica Estatal y la Autonómica. Apartado especial merece la legislación propia del proyecto y la sectorial por su posible condicionamiento del enfoque de estudio.

La normativa específica referida a Evaluación Ambiental, E.I.A. cuando se

trate de **impacto** y E.E.A. cuando se trate de **efecto**, son las leyes y el conjunto de normas destinadas a controlar la obligación, elaboración, tramitación, valoración, aprobación, declaración y ejecución de los **Estudios de Impacto Ambiental**, (Es.I.A.).

Directiva Comunitaria 85/337/CEE

Partiendo de los antecedentes legales existentes en USA con la NEPA (Ley Nacional de Política Ambiental), estados europeos como Francia (1978) o Alemania (1975) habían adoptado normas para favorecer el desarrollo de los proyectos más compatibles con el medio ambiente, e introdujeron los parámetros de planeamiento la noción al derecho de los ciudadanos de una sociedad, a un entorno ambiental seguro, sano y estético, y al desarrollo equilibrado de la población y sus recursos. Como es lógico el peso ejercido por estos estados, para la toma de conciencia ambiental

El aspecto más sobresaliente de la política de la Unión Europea en materia de medio ambiente reside en su carácter **preventivo**. Ya desde el primer programa de acción de 1973 se definió "**la política mejor en materia de medio ambiente consiste en evitar la contaminación en origen antes que tener que combatir sus efectos**".... "**conviene tener en cuenta desde el principio, la incidencia que sobre el medio ambiente tienen todos los procesos técnicos de planificación y de decisión**".

La directiva sobre evaluación de los impactos de ciertos proyectos sobre el medio ambiente, constituye el principal instrumento de la lucha contra la degradación del entorno, asociando los problemas ecológicos a los procesos de planificación en todos los ámbitos, como son; agricultura, industria, sector energético, transporte, turismo y desarrollo regional.

El 27 de junio de 1985 el Consejo de las Comunidades Europeas hace pública la **Directiva 337 relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente**. Sus motivaciones básicas son:

- Proteger el medio ambiente y la calidad de vida.
- La mejor política de medio ambiente consiste en evitar, desde el principio, la creación de contaminaciones o daños.... a tal fin se prevé el establecimiento de procedimientos para evaluar tales repercusiones.
- Evitar condiciones de competencia desiguales entre los países miembros por diferencias de la legislación ambiental.

En su contenido establece, en el anejo I, un listado de obras y proyectos, en los que obligatoriamente deben valorarse las repercusiones ambientales, y un anejo II, que en virtud del art.4 punto 2 los Estados miembros podrán especificar y detallar determinados tipos de proyectos que deban someterse.

A continuación se señalan, a modo de ejemplo, los proyectos de obras públicas que se hallan contenidos en cada listado.

Anejo I:

- Construcción de autopistas, vías rápidas y vías para el tráfico a gran distancia de los ferrocarriles, así como aeropuertos, cuya pista de despegue y de aterrizaje tenga

2.100 metros de largo o más .

- Puertos de comercio marítimo, así como las vías navegables y los puertos de navegación interior, que permitan el paso a barcos superiores a 1.300 toneladas.

Anejo II:

Industria energética

- Instalaciones para la producción de energía hidroeléctrica.

Proyectos de infraestructura

- Trabajos de ordenación de zonas industriales.
- Trabajos de ordenación urbana
- Instalaciones de subida y teleféricos
- Construcción de carreteras, puertos (incluidos los puertos pesqueros) y aeródromos (proyectos que no figuran en el Anexo I).
- Obras de canalización y regularización de cursos de agua.
- Presas u otras instalaciones destinadas a contener las aguas o a almacenarlas de forma duradera.
- Tranvías, metros aéreos y subterráneos, líneas suspendidas o líneas análogas de tipo particular que sirvan exclusiva o principalmente para el transporte de personas.
- Instalaciones de oleoductos y gasoductos.
- Instalaciones de acueductos a grandes distancias.

De acuerdo con las Disposiciones del Tratado de la CEE, ésta (la Unión Europea) asume competencias en materia de medio ambiente, circunstancia por la que el medio ambiente pasa a ser un sector material de acción pública, sobre el que los Estados miembros han cedido parte de su soberanía en favor de la Comunidad. Ello hace que el Derecho comunitario sobre protección del medio adquiera rango constitucional, es decir se imponga sobre la normativa hasta ahora existente en los Estados miembros, siendo posible ser más restrictivo o más conservacionista, nunca descender el nivel de protección, nunca "más permisivo".

La Directiva 85/337 no es de aplicación directa, su entrada en vigor, vigencia y eficacia depende de la acción legislativa del Estado, que en virtud del convenio de adhesión a la Comunidad Europea, debe incorporarla preceptivamente a su ordenamiento jurídico propio.

Sin embargo, en el proceso de transposición de la Directiva se realiza, por parte del Estado Español, una interpretación restrictiva de su contenido y ámbito de aplicación, atendiendo tan sólo a parte de los supuestos que se contemplaban, tal y como queda reflejado en el Anejo I del Real Decreto Legislativo 1302/86 de Evaluación de Impacto Ambiental y Real Decreto 1131/88 (Reglamento que lo desarrolla).

Como consecuencia, al considerar que la incorrecta transposición puede llegar a ocasionar agravios comparativos en el marco de la libre competencia, en defensa del principio de **igualdad** entre los Estados miembros, el Tribunal de Justicia de la Unión Europea procedió a la apertura de procedimiento de infracción contra España, en virtud de los dictámenes motivados trasladados. Si bien aún no se ha producido sentencia, lo cierto es que, teniendo en cuenta casos similares, es predecible el agotamiento de los plazos. Ello supondrá, conforme al reciente informe de la Secretaría de Estado para las Comunidades Europeas, y según los apercibimientos de la Comisión, la retirada a España del dinero del Fondo de

Cohesión.

Resulta razonado que si la Comunidad Europea participa de la financiación de proyectos, como es el caso de las mejoras en las infraestructuras públicas, exija que estos proyectos cumplan estrictamente las disposiciones ambientales que les obliga la Directiva 85/337/CEE.

Legislación estatal básica específica de evaluación

El Estado Español, en virtud de la potestad delegada al gobierno (por la Ley 47/1985, de Bases de Delegación al Gobierno para la aplicación del derecho de las Comunidades Europeas), estableció a través del **Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental**, la normativa básica de aplicación estatal.

Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental. MOPU.

Con esta figura normativa se pretendía atender lo dispuesto en el tratado de adhesión (anteriormente comentado) y desarrollar el art. 149.1.23 de la Constitución Española, donde se establece que el Estado tiene competencias exclusivas sobre:

"Legislación básica sobre protección de medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las comunidades autónomas de establecer las medidas adicionales de protección".

En el contenido del R.D.L. 1302/86 básicamente se establece lo siguiente:

- a)- Determinaciones sobre el contenido del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- b)- Publicidad y difusión del estudio, de su procedimiento administrativo, y de la Declaración de Impacto Ambiental resultante.
- c)- Momento de la redacción del Estudio.
- d)- Procedimiento administrativo de tramitación del estudio.
- e)- Casos y proyectos en los que ha de efectuarse el estudio.

Es en este último punto, "los proyectos que deben someterse a evaluación", donde han surgido mayores fricciones con respecto a la interpretación comunitaria de la Directiva 85/337. Así, cabe señalar que en lo referente al ejemplo adoptado, obras públicas, el Decreto 1302/86 además de contener las señaladas en el anejo I de la directiva, introduce del anejo II las siguientes:

- Puertos deportivos
- Grandes presas
- Aeropuertos particulares

Sin embargo no adopta ningún criterio, ni definición de circunstancias de magnitud o localización, para exigir evaluaciones de impacto ambiental a actividades

no incluidas en el listado del Anexo del Real Decreto Legislativo 1302/86.

En virtud de la moratoria de aplicación de la directiva 85/337/CEE, que era de tres años a partir de su publicación, el Real Decreto Legislativo 1302/86 gozaba de una moratoria de aplicación, dos (2) años a partir de su publicación. Así, las contradicciones expuestas respecto al correcto cumplimiento de la Directiva, como en el resto de los Estados miembros, no se puso de manifiesto hasta el año 1989 y 1990, momento en que, tras las reuniones de coordinación de la DG XI (departamento en Bruselas dedicado al medio ambiente), así como del proceso de vigilancia de la correcta aplicación de los Fondos de desarrollo en inversiones de obras públicas en el Estado Español, se observó la existencia de las divergencias expuestas y se solicitó su corrección en aplicación del principio de **igualdad entre los miembros**.

Durante el periodo de moratoria se procede, por parte del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Dirección General de Medio Ambiente, a la elaboración de diversos documentos relativos a la Evaluación de Impacto Ambiental, entre los que destacan; los proyectos y estudios piloto, la redacción de las Guías Metodológicas para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, borradores todos ellos de lo que finalmente se plasmaría en el **Real Decreto 1131/88, de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental**.

Real Decreto 1131/88, de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental. MOPU.

El R.D. 1131/88 se estructura en cuatro capítulos. El primero comprende disposiciones generales definitorias del objeto y ámbito de aplicación. El segundo desarrolla el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, definiendo el concepto y contenido mínimo, los trámites administrativos, y la participación pública. El tercero regula las evaluaciones de impacto ambiental con efectos transfronterizos. Y el cuarto regula la vigilancia, responsabilidad y confidencialidad de la información.

En la disposición adicional se regula la armonización de las legislaciones sectoriales relativas a estudios y evaluaciones de impacto con la legislación del Real Decreto Legislativo 1302/86 y el Reglamento. Por último dos anexos relativos a conceptos técnicos y a precisiones relacionadas con las obras, instalaciones y actividades comprendidas en el anexo del R.D.L. 1302/86.

La legislación autonómica

En virtud del art 149.1.23 de la Constitución, donde se señalan las competencias del Estado y de las comunidades autónomas, en materia de aplicación y desarrollo del art 45 que obliga a los poderes públicos a la salvaguarda y protección de los recursos naturales como derecho de disfrute público, la Comunidad Autónoma Gallega tiene facultades para "establecer medidas adicionales de protección" en desarrollo de la normativa básica del Estado, tal y como queda recogido en el Estatuto de Autonomía, art 27, donde se reconoce la competencia exclusiva para aprobar las normas adicionales sobre protección del medio ambiente y del paisaje.

En aplicación de las facultades anteriormente expuestas la Xunta de Galicia ha desarrollado su propio marco legislativo, que se concreta en:

- Decreto 442/1990 de 13 de setembro, de avaliación do impacto ambiental para Galicia.
- Decreto 327/1991 de 4 de outubro, de avaliación dos efectos ambientais para Galicia.
- Ley 1/95 de Protección Ambiental de Galicia.

Decreto 442/90 de Avaliación do Impacto Ambiental para Galicia

Es una transposición al derecho autonómico del Real Decreto Legislativo 1302/86 y del Real Decreto 1131/88, tal y como se pone de manifiesto en sus considerandos previos, y en la disposición final primera donde se dispone que:

" Para lo no previsto en el presente Decreto, será de aplicación supletoria el Real Decreto 1131/1.988"

Como novedades respecto a la legislación estatal básica específica de evaluación ya mencionada, introduce:

*Determina los órganos administrativos competentes, que en el R.D.L. 1302/86 se señala en el art. 5º como aquel órgano de la Administración Pública donde resida la competencia sustantiva para la realización o autorización del proyecto, sin embargo para la Comunidad Autónoma se determina que la Comisión Gallega de Medio Ambiente de la Consellería de Presidencia e Administración pública será el órgano administrativo de medio ambiente.

*Sin embargo en lo relativo a tramitación, consultas institucionales, proceso de información pública, elaboración de informes y borrador de declaración, la responsabilidad recae sobre el órgano sustantivo en relación con la materia. En el caso de obras de infraestructura pública, la Consellería de Política territorial, Obras Públicas e Vivenda.

*Se establecen los plazos y trámites para la obtención de un Dictamen previo, no vinculante ni condicionante de la Declaración de Impacto Ambiental que finalmente se emita.

*Para el desarrollo de las labores de seguimiento, vigilancia y control ambiental, competencia asignada al órgano sustantivo, otorga a éste la facultad de reclamar la colaboración de entidades colaboradoras de la Administración, entidades o empresas de inspección y control regulamentario bajo forma de contrato.

*En lo relativo al tipo de proyectos que deben estar sometidos introduce como novedad respecto a la legislación básica los siguientes:

- Oleoductos y gasoductos submarinos.
- Todas aquellas actuaciones que produzcan una alteración física o una pérdida de los valores naturales, culturales científicos o educativos de los espacios naturales en régimen de protección xeral, incluidos en el Rexistro Xeral de Espacios Naturais de Galicia.
- Cualquier actuación que mediante decreto del Consello de la Xunta de Galicia, se considere con posterioridad a la aprobación de este decreto, que debe estar sujeta

a evaluación de impacto ambiental ordinaria.

Decreto 327/91 de Avaliación dos Efectos Ambientais para Galicia.

Este documento surge de la asunción, por parte del Gobierno Gallego, del compromiso que exige la Constitución en su art. 45 a los poderes públicos, en relación a la protección del medio ambiente. Se considera necesario establecer los cauces legales y administrativos para el correcto cumplimiento de las exigencias ambientales que determinan las legislaciones sectoriales, ya sean éstas de rango estatal o autonómico.

En este Decreto se establecen los procedimientos administrativos de tramitación, que si bien en líneas generales se puede homologar al contemplado en el Decreto 442/90, en este caso la responsabilidad de la tramitación recae sobre la Secretaría Xeral de la Comisión Gallega de Medio Ambiente, salvo las tareas de seguimiento y vigilancia ambiental que continúan a cargo del órgano sustantivo.

Asimismo, destaca el establecimiento de unos plazos más cortos de tiempo en cuanto a información pública, y la circunstancia de no ser obligatoria la publicación en el D.O.G. de la Declaración de Efectos Ambientales resultante.

Por legislación sectorial se entiende toda aquella que entre sus disposiciones establece en alguno de sus articulados o puntos la observancia de las repercusiones ambientales. Así y a modo indicativo cabe señalar el art 9 de la Ley de Carreteras del Estado, el art. 18 de la lei de Estradas de Galicia, diversos artículos de la Ley de Costas, la Ley de Aguas y el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, la disposición adicional segunda de la Ley 4/89 de Protección de la Fauna, Flora y Espacios Naturales, la ley de Ordenación del territorio, la Ley de Patrimonio Histórico Artístico, entre otras.

Esta ampliación de los supuestos de aplicación de la legislación ambiental de evaluación, aparece ciertamente confusa, pues exige un conocimiento exhaustivo de gran multiplicidad de leyes y normas que se superponen y modifican. Así, atendiendo a la aplicación práctica en proyectos de obras públicas, a través del Decreto 327/91, se observa que, en líneas generales, atiende y cumple las necesidades de la correcta aplicación del anejo II de la Directiva 85/337/CEE.

Ley 1/95 de Protección Ambiental de Galicia

Las modificaciones que introduce esta figura legal respecto a los textos anteriormente vigentes se pueden concretar en:

- Otorga a la protección del medio ambiente el máximo rango, **Ley**, superior a los anteriores **Decretos**.
- Establece una clasificación de las actividades en relación con su incidencia ambiental para determinar su procedimiento, que podrá ser:
 - a) De evaluación de Impacto Ambiental
 - b) De evaluación de los Efectos Ambientales
 - c) De evaluación de la Incidencia Ambiental
- Define los cauces de promoción de la investigación científica y de la educación ambiental.

- Prevé las formulas para asumir la subsidiariedad con el fin de asegurar el ejercicio efectivo de la disciplina ambiental en los concellos.
- Establece una regulación del **Ilícito Ambiental** completa y efectiva, facilitando el régimen de las inspecciones y dotando a sus agentes de la autoridad necesaria para el cumplimiento de sus fines.
- Define el **Pacto Ambiental** como formula de gestión empresa-administración
- En su art. 6º establece, como consecuencia de la preponderancia del bien común protegido, **el medio ambiente**, la aplicación a actividades en funcionamiento.

Conviene señalar que mientras no se aprueben las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley, tal y como señala la disposición transitoria segunda, continúan en vigor:

- **Decreto 2.414/1961** de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP).
- **Decreto 442/1990**, de 13 de septiembre de "Avaliación do Impacto Ambiental para Galicia".
- **Decreto 327/1991**, de 20 de octubre de "Avaliación dos Efectos Ambientais para Galicia".

El plazo previsto para el desarrollo reglamentario es de un año a partir de la entrada en vigor de la Ley.

PREVISIONES DE CAMBIO LEGISLATIVO A CORTO Y MEDIO PLAZO.

Como consecuencia de los expedientes sancionadores instruidos por el Tribunal de Justicia Europea, en estos momentos, el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, órgano ambiental a nivel estatal, está procediendo a la elaboración de la Ley Básica de Medio Ambiente, donde se contemplan en su contenido todas las disposiciones legales que, en materia ambiental y en virtud del Tratado de Adhesión, obligan las diversas Directivas Comunitarias emitidas.

Una vez aprobada la mencionada Ley (suceso improbable en las circunstancias políticas actuales y por la importante crítica que se ha hecho, desde las comunidades autónomas, a su contenido), la Autonomía Gallega deberá asumir las disposiciones legales que se establezcan. Si se atiende a este supuesto, puede que el marco legal de la evaluación, sufra de nuevo notables modificaciones, si bien ello no es óbice para desestimar las tareas de responsabilidad a que hoy obligan.

Por otra parte existen diversos borradores de Directivas comunitarias en avanzado estado de tramitación, que modificarán de nuevo las exigencias ambientales, si bien de forma sectorial (participación pública, acceso a la información....)

PROBLEMAS SUSCITADOS EN LA APLICACIÓN DE LA NORMATIVA AMBIENTAL DE EVALUACIÓN EN MATERIA DE OBRAS PÚBLICAS.

Desde la entrada en vigor del Real Decreto Legislativo 1302/86 y del real Decreto 1131/88, la responsabilidad de órgano ambiental se ha modificado sustancialmente, pasando en primera instancia, en homologación de la estructura defendida desde el Estado, de la Agencia de Calidade Medioambiental dependiente de la Conselleria de Ordenación del Territorio y Obras Públicas, a la Comisión Gallega de Medio Ambiente, dependiente de la Conselleria de Presidencia y Administración Pública.

La Comisión no es un órgano en sentido estricto, sino que se podría definir como "órgano colegiado", ya que lo componen diversos departamentos administrativos con competencia sustantiva sobre medio ambiente o sobre proyectos con incidencia, si bien, cabe señalar, que no están representados con categoría de miembro todos los departamentos, circunstancia que dificulta la deseada y necesaria integración y coordinación de las decisiones.

Atendiendo de forma específica al caso tomado como ejemplo para la exposición, los proyectos de obras públicas y en concreto a las carreteras, destaca de forma sucinta lo siguiente:

a) En aplicación del R.D.L. 1302/86 y el Decreto 442/90 los proyectos sujetos a Evaluación de Impacto Ambiental eran autopistas y autovías.

Atendiendo en sentido estricto a la legislación ambiental señalada, debe realizarse una valoración ambiental en cada "**proyecto**". Como quiera que en carreteras se realizan normalmente tres fases o proyectos, a saber:

Estudio Informativo
Proyecto de Trazado
Proyecto Constructivo

en principio, ello supondría la realización de tres Estudios de Impacto Ambiental sobre la misma obra, si bien con escalas de detalle diferentes.

En la práctica se ha comprobado que la mayor utilidad del estudio (Es.I.A.) de las repercusiones ambientales, se centra en el documento de Estudio Informativo, sin embargo su nivel de detalle (1/25.000), no permite el análisis y la valoración económica de determinados componentes, que en virtud de las medidas correctoras y de la Declaración de Impacto Ambiental resultante, han de tenerse en cuenta, como es el caso de los proyectos de restauración e integración paisajística, medidas correctoras contra el ruido y otras.

En la **gestión** diaria se comprueba que, realizando el estudio ambiental de forma simultánea al Estudio Informativo, e iniciando aquí su procedimiento administrativo, la resolución de la Declaración de Impacto Ambiental, como resolución administrativa que condiciona la obra, se obtiene en las últimas fases del desarrollo del proyecto, por lo que las determinaciones y condicionantes ambientales que en ella se imponen, deben ser asumidas en la fase de ejecución del Proyecto Constructivo, competencia que recae, en gran número de casos, sobre el sujeto constructor. La responsabilidad de aplicación de la Declaración de Impacto

Ambiental (DIA) queda pues, en gran medida, alejada de la cualificación y fines de las empresas constructoras, que son las responsables de la ejecución de una obra estipulada de antemano en el pliego de contrato, que no contiene los términos de la DIA.

b) Si bien el problema planteado hasta el momento es importante, lo cierto es que es dada su dimensión puede asumirse o matizarse, mediante pactos, modificados de proyectos o subcontratas. Esta afirmación hace referencia a la circunstancia de que obras de tales dimensiones ni son frecuentes ni cotidianas, y su dotación económica permite cierta movilidad. Sin embargo, desde la promulgación de la Lei 4/1994 de 24 de septiembre de **Estradas de Galicia**, que en su artículo 18 dice:

"Los estudios, anteproyectos o proyectos de nuevas carreteras o de variantes de población que deban ser sometidos al trámite de información pública deberán incluir, en todo caso, el correspondiente estudio de impacto ambiental".

Existe la obligatoriedad de elaboración de Estudio de Impacto Ambiental y su correspondiente tramitación administrativa para la obtención de la Declaración de Impacto Ambiental, de todos los tipos de proyectos de carreteras, por lo que el problema suscitado ha excedido los límites anteriormente planteados.

c) Conviene asimismo señalar, que dadas las atribuciones de competencias a los órganos sustantivos, y por tanto la responsabilidad asumida por parte de la Dirección General de Obras Públicas en el procedimiento de tramitación, valoración, emisión de informes, vigilancia y seguimiento ambiental, sin la necesaria dotación de personal específico para el correcto desarrollo de estas funciones, se dificulta notablemente el correcto cumplimiento de la normativa.

d) En el momento de la entrada en vigor de la nueva Ley de Protección Ambiental de Galicia, a la situación planteada deberá sumarse la responsabilidad del control y vigilancia del ilícito ambiental, circunstancia que agrava aún más la necesidad de técnicos especializados.

e) No debe olvidarse en este diagnóstico la "amenaza" que subyace desde la Comunidad Europea, en relación a la retirada del dinero de los Fondos Estructurales, en el caso de incumplimiento de las Directivas Comunitarias.

PROPUESTA DE SOLUCIONES A CORTO PLAZO.

Para resolver el problema de la multiplicidad de estudios ambientales similares, se propone la determinación de contenidos específicos y diferenciados para cada fase (circunstancia que ya se contempla en el borrador de la nueva LEY DE IMPACTO AMBIENTAL). Así, el Estudio de Impacto Ambiental, tal y como se establece en el R.D.L. 1302/86, R.D. 1131/88 y Decreto 442/90, es aconsejable acometerlo en la fase de redacción del Estudio Informativo, o en su defecto en el Proyecto de Trazado, dejando los estudios de detalle tales como el proyecto de restauración e integración paisajística, medidas correctoras del ruido, corrección de cauces, etc, para la fase de redacción del Proyecto Constructivo, en virtud del mayor grado de detalle de la información disponible.

Ante el gran número de expedientes en tramitación y de los que generará la aplicación de la Ley, se considera necesario solucionar el problema de la sobrecarga administrativa. A nivel comunitario y estatal se ha adoptado como solución, integrada en una filosofía de actuación más amplia, la instauración de los

Planes de Aseguramiento de Calidad, P.A.C.

Los P.A.C. se desarrollan a través de contratos, sometidos a concurso público si su cuantía supera los cinco millones, con empresas especializadas y de reconocida experiencia, que asumen la responsabilidad de la supervisión de la calidad técnica de los documentos, de la correcta ejecución de las obras y de las labores de vigilancia y seguimiento ulteriores. De esta forma parte de la responsabilidad actualmente asumida por la Administraciones transferida, sin perder en ningún momento la dirección y control.

La aplicación de estas medidas y de otras que superan la parquedad de este estudio, permitirá una correcta aplicación de la legislación ambiental, evitando un incremento en los gastos corrientes de personal, minimizando los riesgos de la responsabilidad subsidiaria y finalmente aportando argumentos para la defensa del correcto cumplimiento de las Directivas Comunitarias por parte de la autonomía que aseguren los Fondos Estructurales, actualmente necesarios para la ejecución de gran parte de las infraestructuras viarias.

ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO:

COMISION GALLEGA DE MEDIO AMBIENTE

MIEMBROS:

DIRECCION XERAL DE INDUSTRIA

DIRECCION XERAL DE MONTES CAZA PESCA E MEDIO
AMBIENTE NATURAL

DIRECCION XERAL CALIDADE MEDIOAMBIENTAL E
URBANISMO

DIRECCION XERAL DE SAUDE PUBLICA

DIRECCION XERAL DE ACUICULTURA E MARISQUEO

DIRECCION XERAL DE XUSTIZA E RELACIONS COAS CC.LL.

SECRETARIO:

SECRETARIA XERAL PARA A PROTECCION CIVIL E O MEDIO
AMBIENTE

PRESIDENTE:

CONSELLEIRO DA PRESIDENCIA E ADMINISTRACION PUBLICA

