

**PROGRAMA FSE - EOI**

**EFFECTO DE LA ADAPTACION  
A LA NORMATIVA COMUNITARIA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DE  
CASTILLA Y LEON**

**MEDIO AMBIENTE**

**I**

**ESCUELA DE ORGANIZACION INDUSTRIAL  
M A D R I D**

## *índice*

---

<b><i>CAPITULO I :     INTRODUCCION</i></b>	<b>2</b>
1.1    General	2
1.2.   Objeto del estudio	8
1.3.   Fases del desarrollo del estudio	14
1.4.   Metodología aplicada en cada una de las fases de desarrollo del estudio	16
 <b><i>CAPITULO II :     CARACTERISTICAS DE LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEON</i></b>	 <b>35</b>
2.1.   Características geográficas	35
2.2.   Red hidrográfica	43
2.3.   Situación socio-económica de Castilla y León	46
2.4.   Las condiciones socioeconómicas en la Comunidad de Castilla y León y la Directiva 91/271/CEE	84
 <b><i>CAPITULO III :    LEGISLACION APLICABLE</i></b>	 <b>95</b>
3.1.   Unión Europea	95

3.2.	Legislación Nacional	117
3.3.	Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales	125
3.4.	Legislación de la Comunidad Autónoma de Castilla y León	131
3.5.	Normativa Municipal	140

***CAPITULO IV : SITUACION ACTUAL Y FUTURA DE LOS  
CAUCES Y DEL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS*** 143

4.1.	Situación actual de los cauces de Castilla y León	143
4.2.	Estado actual de la depuración	152
4.3.	Diagnóstico y problemática de la situación de la depuración de aguas residuales urbanas	166
4.4.	Objetivos del Plan Nacional de Depuración	170
4.5.	Objetivos del Plan Regional de Saneamiento. Situación horizonte	176

***CAPITULO V : NECESIDADES, COSTE Y FINANCIACION  
DE LA ADAPTACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE  
SANEAMIENTO A LA DIRECTIVA 91/271/CEE*** 180

5.1.	Necesidades de actuación	181
------	--------------------------	-----

5.2.	Etapas para la construcción de la infraestructura necesaria en Castilla y León	182
5.3.	Coste de la actuaciones previstas en el plan regional de saneamiento	188
5.4.	Financiación del Plan Regional de Saneamiento	191
<b><i>CAPITULO VI : DESCRIPCION DE LAS POSIBLES SOLUCIONES</i></b>		<b>206</b>
6.1.	Procesos seleccionados en el Plan Regional de Saneamiento	206
6.2.	Descripción de los procesos de depuración de aguas	210
<b><i>CAPITULO VII: EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO DE EDAR</i></b>		<b>237</b>
7.1.	Formas de explotación y mantenimiento de las EDAR	237
7.2.	Servicios a realizar en la explotación y mantenimiento de una EDAR	241
7.3.	Organización del Servicio	249
7.4.	Estructura de los costes de explotación y mantenimiento	265
7.5.	Gestión de subproductos y residuos	279
7.6.	Sistema de Gestión integral del agua	287



<b><i>CAPITULO VIII: NECESIDADES DE PERSONAL EN LA EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO DE EDAR</i></b>	<b>291</b>
8.1. Plantas para núcleos de población menores de 2.000 h-e	293
8.2. Plantas para poblaciones comprendidas entre 2.000 y 5.000 h-e	294
8.3. Plantas para poblaciones comprendidas entre 5.000 y 20.000 h-e	298
8.4. Plantas para poblaciones comprendidas entre 20.000 y 100.000 h-e	304
8.5. Plantas para poblaciones comprendidas entre 100.000 y 850.000 h-e	310
8.6. Sistemas de gestión integral del agua	312
8.7. Responsabilidades del personal de una EDAR	315

<b><i>CAPITULO IX: CUANTIFICACION DE LA GENERACION DE EMPLEO EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DE CASTILLA Y LEON POR APLICACION DE LA DIRECTIVA 91/271/CEE</i></b>	<b>331</b>
9.1. General	331
9.2. Representantes de la Propiedad	338

9.3.	Personal requerido para la explotación y mantenimiento de las nuevas instalaciones	341
9.4.	Equipos de apoyo a las EDAR	347
9.5.	Sistemas de gestión del agua	349
9.6.	Estudios	351
9.7.	Construcción de nuevas depuradoras	354
9.8.	Creación de empleo por análisis	358
9.9.	Ingeniería de las plantas a construir en la industria del sector de la agroalimentación	367
9.10.	Tratamiento y aplicación de fangos deshidratados procedentes de estaciones depuradoras de agua residuales urbanas	370
9.11	Resumen de la generación de empleo en la Comunidad Autónoma de Castilla y León por la aplicación de la Directiva 91/271/CEE	373
	<b><i>CAPITULO X: DISEÑO Y ORGANIZACION DE CURSOS</i></b>	<b>379</b>
10.1.	Características generales de los cursos	381
10.2.	Curso para Jefes de Planta. Personal Técnico Superior de Empresas de Servicios y Ayuntamientos	398

10.3. Curso para Responsables de Laboratorios de EDAR. Personal Técnico Superior de Laboratorios Externos y Ayuntamientos	409
10.4. Curso para Analistas de Laboratorios de EDAR, Exteriores y Ayuntamientos	420
10.5. Curso para Operadores de EDAR	428
10.6. Curso para Directores y Técnicos de la industria agroalimentaria	437
10.7. Curso para Técnicos en Instrumentación y equipos de control de EDAR	443

## ***BIBLIOGRAFIA***

**ESTUDIO PILOTO: "Efecto de la adaptación a la Normativa Comunitaria  
de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas en Castilla y León"**

---

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

---

Madrid, Noviembre 1995

## **CAPITULO I: INTRODUCCION**

### **1.1. General**

La Directiva del Consejo de Europa del 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE), publicado en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas, número L 135 de 30 de mayo de 1991, y de próxima transposición a la Legislación española, obliga a los diferentes Estados miembros a la consecución de unos objetivos de disposición de infraestructura en saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas de acuerdo con la población equivalente, así como fijar unas calidades en el vertido a los cauces receptores. Entre otros requisitos, la Directiva establece un calendario concreto para alcanzar unos determinados objetivos, que de forma resumida son:

- Al 31 de diciembre de 1.998.

\* Construcción de colectores y estaciones de depuración con eliminación de compuestos de nitrógeno y fósforo para poblaciones con mas de 10.000 h-e que viertan a zonas sensibles.

\* Supresión de la evacuación de lodos de las estaciones de depuración de aguas residuales urbanas a aguas superficiales.

- Al 31 de diciembre de 2.000

\* Construcción de colectores y estaciones de depuración con tratamiento secundario en todos los núcleos urbanos con más de 15.000 h-e.

- Al 31 de diciembre de 2.005

\* Construcción de colectores y estaciones de depuración con tratamiento secundario en todos los núcleos urbanos entre 2.000 y 15.000 h-e.

\* Construcción de colectores y estaciones de depuración con el tratamiento adecuado a la calidad exigible en el medio receptor en núcleos urbanos con menos de 2.000 h-e.

La aplicación de la Directiva va a obligar a todos los Estados miembros a:

- Construcción de nuevas redes de saneamiento y estaciones depuradoras para las aguas residuales generadas en los núcleos de población.

- Modificaciones y mejoras tanto en las redes de saneamiento, como en las estaciones depuradoras existentes.

- Desarrollar e implantar instalaciones con calidad tecnológica suficiente que permitan alcanzar los límites exigidos, así como procesos de bajo coste de mantenimiento para pequeños núcleos urbanos.

- Capacitar a los responsables de la gestión de los sistemas de saneamiento y depuración.

- Formación del personal a todos los niveles, encargados de la explotación y mantenimiento de las instalaciones.

- Realizar la formación adecuada de técnicos para satisfacer la demanda en sectores de la consultoría, ingeniería, construcción, montajes, servicios postventa, etc.

De acuerdo con la mencionada Directiva, el estado del saneamiento y depuración en España, de forma global y según El Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales aprobado en el Consejo de Ministros el 17 de febrero de 1995 y publicado en el Boletín Oficial del Estado de fecha 12 de mayo de 1995 es el siguiente:

- La población equivalente en todo el territorio nacional es de 85.102.790 h-e.
- La población equivalente en todo el territorio nacional cuyos vertidos disponen del tratamiento adecuado para ser considerados CONFORMES con la Directiva ascienden a 34.565.520 h-e, lo que supone el 40,62 % de la población equivalente total.
- La población equivalente que se encuentra en situación de NO CONFORME con la Directiva, pero para la cual, en el momento actual, se están ejecutando las obras de infraestructura precisas y pasarán a CONFORME con la terminación de las obras, asciende a 11.013.894 h-e, lo que supone el 12,94 % de la población equivalente total.

- La población equivalente que se encuentra en situación de NO CONFORME y para la cual no se está llevando a cabo ningún tipo de actuación en la actualidad para variar su situación, asciende a 39.523.429 h-e, lo que supone el 46,44 % de la población equivalente total.

Estos datos para la Comunidad de Castilla y León, son los siguientes:

- La población equivalente en todo el territorio de la Comunidad de Castilla y León es de 5.940.993 h-e.
- La población equivalente en todo el territorio de esta Comunidad cuyos vertidos sufren el tratamiento adecuado para ser considerados CONFORMES con la Directiva ascienden a 783.666 h-e, lo que supone el 13,19 % de la población equivalente total.
- La población equivalente que se encuentra en situación de NO CONFORME con la Directiva, pero para la cual en el momento actual se están ejecutando las obras de infraestructura precisas y pasarán a CONFORME con la terminación de dichas obras, asciende a 755.255 h-e, lo que supone el 12,71 % de la población equivalente total.
- La población equivalente que se encuentra en situación de NO CONFORME y para la cual no se está llevando a cabo ningún tipo de actuación para variar su situación asciende a 4.402.072 h-e, lo que supone el 74,10 % de la población equivalente total.



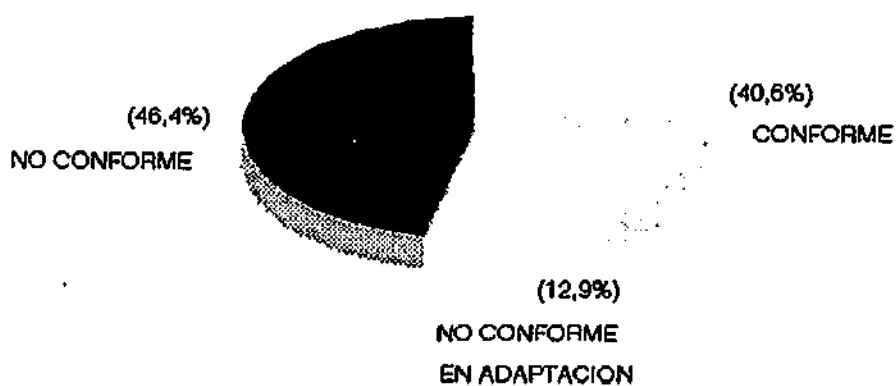
Según lo indicado anteriormente, y comparando los datos a nivel nacional con los correspondientes a la Comunidad de Castilla y León, se aprecia fácilmente el notable retraso de esta Comunidad en infraestructuras de saneamiento y depuración, lo que va a dar origen a la necesidad de llevar a cabo un volumen importante de obras en los próximos diez años, con el fin de cumplir lo precisado en la Directiva Comunitaria. (Gráfico I.1)

Por otra parte, con la construcción y puesta en marcha de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas no se alcanza el fin último de la Directiva, sino que es preciso llevar a cabo una óptima explotación y mantenimiento de las instalaciones, garantizándose unos rendimientos mínimos, de tal forma que los vertidos de las aguas tratadas a los cauces receptores preserven la calidad en dichos cauces.

La ejecución de las obras de infraestructura precisas, la posterior explotación y mantenimiento adecuado de las instalaciones, la necesidad de empresas de servicios, como consultorías e ingenierías, servicios post-venta de los suministros que componen las instalaciones, control analítico de los vertidos, tratamiento y evacuación de los fangos así como su posterior reutilización, etc, van a generar la creación de un volumen importante de empleo tanto temporal en la ejecución de las obras, como permanente en el mantenimiento posterior de las mismas.

El fin último de este estudio piloto es obtener una evaluación de la creación de empleo debida a la aplicación de la Directiva 91/271/CEE, así como de la necesidad de capacitación profesional del personal para la ejecución tanto de las infraestructuras como para su posterior mantenimiento y explotación a todos los niveles, definiendo las necesidades de formación del mismo, dentro de la Comunidad de Castilla y León.

### SITUACION POBLACION EQUIVALENTE NACIONAL



### SITUACION POBLACION EQUIVALENTE CASTILLA Y LEON

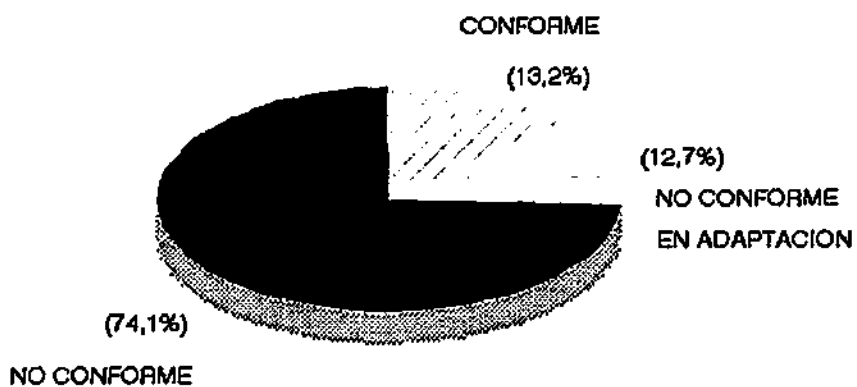


GRAFICO I.1

## **1.2. Objeto del estudio.**

De forma global, los objetivos del presente estudio piloto consisten en determinar para la Comunidad de Castilla y León los efectos que desde el punto de vista de creación de empleo y cualificación del personal supone la entrada en vigor de la Directiva 91/271/CEE, referente al tratamiento de aguas residuales urbanas, así como las necesidades de formación y alcance de la misma, definiendo los programas formativos para los diferentes niveles.

La situación del saneamiento y depuración conforme con la Directiva Comunitaria en la Comunidad de Castilla y León tal y como se ha indicado en el punto anterior es del 13,19% de la población equivalente, y cuando se finalicen las obras actualmente en ejecución se llegará al 25,90 %. Esta situación, claramente deficitaria, va a generar una demanda de nuevas infraestructuras muy importante con el fin de conseguir los objetivos marcados, lo que lleva consigo un notable incremento en la creación de empleo dentro de la región.

Por otra parte, la puesta en servicio de las estaciones de depuración va a requerir la presencia de personal cualificado a todos los niveles; tanto directamente en la explotación y mantenimiento de las estaciones de depuración, como indirectamente en las empresas de servicios asociadas a esta actividad.

Considerando que la Comunidad de Castilla y León presenta una situación deficitaria en este campo, los objetivos de este estudio han sido los que se indican en los subapartados siguientes.

### **1.2.1. *Situación Actual.***

Recopilación de información acerca de la situación actual en cuanto a saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas, así como del estado de los cauces receptores en la Región, con el fin de determinar el punto de partida de este estudio piloto.

Por otra parte, considerando que la región dispone de una cierta infraestructura, determinación del estado actual de la misma y grado de cumplimiento con la Directiva Comunitaria.

### **1.2.2. *Actuaciones necesarias***

A partir de la situación actual y de las requisiciones de la Directiva Comunitaria, conocer las actuaciones que va a ser preciso llevar a cabo hasta el año horizonte 2.005, de acuerdo con los planes de saneamiento y depuración, tanto de la Junta de Castilla y León como del Ministerio de Obras Publicas, Transportes y Medio Ambiente.

Debido a los diferentes condicionantes de cada municipio, estimar el tipo de sistema de depuración.

### **1.2.3. *Generación de Empleo***

Una vez conocidas la situación actual y las actuaciones necesarias, evaluar la creación de empleo que se va a generar en la Región, entre otros por los siguientes conceptos:

- Realización de estudios de campo para conocer el estado actual y las necesidades futuras no detectadas o desconocidas en estos momentos.
- Realización de los anteproyectos y proyectos que darán lugar a la ejecución posterior de las obras precisas.
- Ingeniería, construcción, montaje y puesta en marcha de las redes de saneamiento y depuración previstas.

Esta generación de empleo será de tipo temporal, con una duración aproximada de diez años, periodo de tiempo que falta para alcanzar el año horizonte.

- Explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras y redes de saneamiento construidas, ya sea directamente por los Ayuntamientos responsables, o bien por empresas subcontratadas para estos fines.
- Implantación de sistemas de gestión integral del saneamiento y depuración de las aguas a través de los Ayuntamientos directamente u otros organismos locales.
- Servicios de control externo del funcionamiento de las estaciones de depuración, mediante la realización de análisis químicos u otras pruebas.

La realización de una analítica externa a la depuradora tendrá que ser llevada a cabo en su integridad en las plantas pequeñas y de manera parcial en las medias y grandes, de acuerdo con sus necesidades, medios técnicos y humanos disponibles.

- Generación de empleo indirecto e inducido, como pueden ser servicios postventa, reparaciones de elementos que no se puedan llevar a cabo en las instalaciones, suministros de productos químicos o repuestos, etc.
  
- Tratamiento y reutilización en la agricultura de los fangos deshidratados procedentes de las estaciones de depuración.

En la construcción de las grandes obras de infraestructura es de suponer que participarán empresas a nivel estatal, por lo que el empleo generado por estas obras en concepto de Ingeniería en la Región será de nivel medio o bajo.

Para las obras de este tipo en núcleos medios o pequeños, que son la mayoría de las actuaciones a realizar, la mayor parte del empleo generado quedará en la región, así como las múltiples actividades relacionadas con la explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras.

#### **1.2.4. Formación de personal**

Teniendo en cuenta el bajo número de instalaciones de depuración existentes en la región, así como de empresas especializadas en estos campos de actividad, la adaptación de la Directiva va a suponer un incremento importante en la demanda de profesionales de la consultoría medioambiental,

ingeniería, construcción, montaje de este tipo de instalaciones, mantenimiento y explotación de depuradoras, laboratorios de análisis de control, suministros de equipos, servicios postventa, reparaciones, etc, lo que va a dar lugar a la necesidad de formación de diferentes especialistas en esta rama de la tecnología.

Por otra parte, existen un número importante de técnicos superiores y medios, así como de especialistas con experiencias laborales en otros sectores de la industria que debido a la actual crisis económica del sector industrial pueden reconvertirse a esta nueva actividad.

Entre los objetivos concretos de este subapartado se encuentran:

- Determinar la generación de empleo creado por la nueva situación originada por la aplicación de la Directiva Comunitaria.
- Definir el perfil y las necesidades de formación apropiadas a cada uno de los niveles.
- Diseño de los programas formativos adecuados para cada especialización.
- Definir el perfil de los participantes para cada uno de los cursos o programas de formación.
- Determinar el perfil del profesorado para estos cursos.

- Propuesta de la metodología didáctica, necesidades materiales. colaboraciones con entidades locales, etc.

Dentro de los programas de formación se definen los siguientes

- Programa Superior de Ingeniería y Gestión Medioambiental.
- Cursos específicos en depuración de aguas residuales urbanas.
- Diseño de programas específicos de especialización para los responsables de la explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras.
- Programas de operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Diseño de cursos para gestores de sistemas de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas.

Con toda la información recopilada se conseguirá definir de forma precisa el diseño y desarrollo de las actividades formativas, lo que puede servir como experiencia piloto para su implantación en otras regiones del país, adecuando y completando los programas ya existentes, así como creando y desarrollando otros nuevos, originados por la próxima demanda del mercado de profesionales con formación en estos campos de actividad.



### **1.3. Fases del desarrollo del estudio**

En la propuesta técnica presentada para la realización de este estudio piloto, se fijaban los objetivos y metas a alcanzar con el mismo, así como una estimación de las horas y tiempos para llevarlo a cabo.

Una vez que se dispuso de la adjudicación del estudio piloto, se realizó sobre la documentación preliminar de la propuesta una programación de actividades, fijando unos tiempos para la realización de cada una de las etapas, de forma que permitiese cumplir los plazos fijados, así como una selección de las personas que iban a intervenir en cada una de las fases además de las funciones y responsabilidades asignadas a las mismas.

Las fases o etapas en que se ha dividido el trabajo fueron las siguientes:

- Selección del equipo de trabajo, planificación de las diferentes actividades y asignación de responsabilidades entre los diferentes miembros participantes.
- Determinación de las características de la región, referentes a población, recursos hidráulicos y su aprovechamiento, características socioeconómicas, etc, que afectan a los planes de saneamiento y depuración a acometer.
- Legislación aplicable a los vertidos urbanos, tanto a nivel local (ordenanzas municipales), autonómico, nacional o comunitario, haciendo especial énfasis en la Directiva 91/271/CEE.

- Situación actual de los cauces receptores así como del saneamiento y depuración en la Comunidad.
- Necesidades originadas por la aplicación de la Directiva Europea.
- Descripción de las posibles soluciones técnicas para los diferentes tipos de estaciones de depuración, en función de la población servida.
- Formas de llevar a cabo la explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras a construir, determinando el perfil de los puestos de trabajo que se generarán, tanto internos a la depuradora, como externos.
- Evaluación de la creación de empleo, tanto en las fases de construcción, como de explotación y mantenimiento, y dentro de éstos, tanto los internos a la estación depuradora como los inducidos e indirectos exteriores.
- Diseño de los cursos de formación precisos para los diferentes niveles de empleo generado, desde los máximos responsables de los sistemas de gestión de saneamiento y depuración, hasta los de capacitación de los futuros operadores de las plantas.
- Preparación de la documentación e informe final.

Las diferentes etapas o fases en que se ha dividido el trabajo no significan que la realización de las mismas se haya llevado a cabo de forma correlativa, pues algunas de ellas se han simultaneado y han comenzado en el momento de disponer de información suficiente y contrastada con la de otras fases previas.

#### **1.4. Metodología aplicada en cada una de las fases de desarrollo del estudio**

Una de las bases fundamentales de un trabajo como el presente estudio piloto, es la aplicación de una metodología apropiada, máxime si se tiene en cuenta el elevado número de datos a manejar, las dispersiones entre los mismos según la fuente de procedencia, así como las estimaciones y suposiciones que hay que llevar a cabo al proyectar los datos de partida al año horizonte (2.005), sin existir en nuestro país precedentes similares en este campo.

En los subapartados siguientes se detalla la metodología seguida en cada una de las fases o etapas en que se ha subdividido el estudio.

##### ***1.4.1. Equipo de trabajo y responsabilidades***

Una vez asignado el estudio se procedió a determinar las personas que iban a intervenir en el mismo, asignando los cometidos y responsabilidades de cada una de ellas, así como el establecimiento de los plazos de tiempo disponibles para llevar a cabo cada una de las etapas.

El equipo de trabajo que ha participado en este estudio y las funciones encomendadas al mismo, han sido las siguientes:

**Directora del estudio :**

**Concepción Moreno Alonso.**

## **Funciones:**

- Responsable del estudio.
- Dirección de las reuniones de trabajo así como de las diferentes visitas y reuniones que se tengan con terceros, pudiendo delegar en otros miembros del equipo cuando las circunstancias así lo aconsejen.
- Preparación de las directrices internas de funcionamiento del grupo de trabajo.
- Diseño del estudio y programación de las diferentes actividades a llevar a cabo.
- Coordinación entre los diferentes integrantes del equipo de trabajo.
- Asignación de funciones y definición del alcance de las mismas así como la supervisión de su desarrollo.
- Aprobación o comentarios de los trabajos realizados por los diferentes miembros del equipo.
- Desarrollo de los capítulos referentes a legislación, características de la zona, situación actual, formación de personal, diseño de programas y actuaciones.

- Aprobación del informe final.
- Aprobación del resumen del informe final.
- Presentación del Estudio.

**Asesor del estudio:**

**Juan Antonio Sainz Sastre.**

**Funciones:**

- Colaborar con la Directora del estudio en las diferentes actividades a desarrollar. Sustituirá y representará a ésta en su ausencia, tomando las decisiones que considere apropiadas.
- Desarrollo de los capítulos referentes a necesidades de infraestructura, tipo de instalaciones, explotación y mantenimiento de instalaciones, necesidades de personal y diseño de programas.
- Coordinará con los colaboradores los trabajos que les han sido encomendados.
- Dependerá y reportará directamente a la Directora del estudio.

**Colaboradores :**

**Marina Gatón Glez-Anleo.**

**Emilio Ballesteros**

**Funciones:**

- Colaborará directamente con la Directora del estudio o el Asesor en los trabajos de los diferentes temas que le sean encomendados, reportando directamente al responsable de esa parte de la actividad.
  
- Preparará los informes y documentos de trabajo realizados, para su integración en el conjunto total.

**Diseño de originales e informática :**

**Elena Sánchez Carvajales**

**Funciones:**

- Diseñará y editará el informe final de acuerdo con la documentación e instrucciones recibidas de la Directora del trabajo.
  
- Preparará y confeccionará las tablas, gráficos, hojas de cálculo, etc, mediante ordenador, que le sean encomendadas.

- Dependerá y reportará directamente a la Directora del Trabajo.

#### Administración y Mecanografía :

Josefina Molero Polaina

Funciones:

- Administración y contabilidad del estudio.
- Mecanografía de los diferentes trabajos que se produzcan.
- Archivo de documentación.
- Dependerá y reportará directamente a la Directora del estudio.

#### **1.4.2. Características de la Comunidad**

Con el fin de determinar las características de la Comunidad que podrían afectar a las necesidades de infraestructuras de saneamiento y depuración, se realizó una amplia revisión bibliográfica sobre los siguientes temas:

- Situación y características geográficas.
- Recursos hídricos de la Comunidad.

- Población y distribución de la misma.
- Situación socioeconómica.
- Utilización de los recursos hídricos.

Entre las fuentes más importantes consultadas se encuentran:

- Biblioteca del MOPTMA
- Biblioteca de la EOI
- Anuarios del INE.
- Informes económicos del Banco Bilbao Vizcaya.
- Publicaciones de las Cámaras de Comercio.
- Documentación de la Comunidad de Castilla y León.

Con toda la documentación recopilada se elaboró un informe preliminar, del cual se determinó la influencia de las características de la zona en las necesidades de saneamiento y depuración de la Comunidad.

#### **1.4.3. Legislación aplicable**

Este estudio piloto se refiere a la influencia de la aplicación de la Directiva 91/271/CEE en la Comunidad de Castilla y León.



Ahora bien, en el saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas están involucradas otra serie de normas legales de obligado cumplimiento y que van a afectar de forma determinante a la creación de la infraestructura sanitaria precisa y en consecuencia, al fin último de este estudio que es la creación de empleo en estas actividades y las necesidades de formación.

La legislación vigente consultada ha sido a cuatro niveles diferentes, que son:

- Unión Europea, fundamentalmente la Directiva 91/271/CEE así como la referente a usos del agua.
- Nacional.
- Autonómica, debido a que la Junta de Castilla y León tiene transferidas las competencias en medio ambiente.

El órgano autonómico responsable del saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas en la Junta de Castilla y León es la Dirección General de Urbanismo y Calidad Ambiental, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Este organismo ha elaborado el Plan Regional de Saneamiento de esta Comunidad.

- Municipal, por ser el responsable del saneamiento en su municipio.

Por otra parte el Ayuntamiento, además de ser el responsable de la explotación y mantenimiento de las estaciones de depuración, es responsable igualmente de la red de colectores, a la cual están conectados numerosas industrias, lo que da lugar al desarrollo de ordenanzas municipales y sistemas de control de los vertidos de forma que no se dañen las instalaciones de saneamiento y depuración.

Es de indicar que la legislación en materia ambiental esta desarrollándose de forma continua; dándose el caso de que una vez comenzado este estudio se publicaron en el BOE entre otros, el Decreto sobre Regulación de Vertidos a Cauces Públicos (21 de abril de 1995),y el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales ( 12 de mayo de 1995).

La recopilación de información de este apartado se llevó a cabo a partir del:

- Diario Oficial de las Comunidades Europeas
- Boletín Oficial del Estado.
- Boletín Oficial de la Comunidad de Castilla y León.
- Ordenanzas Municipales de Vertidos a Colectores del Ayuntamiento de Burgos.
- Regulacion de Vertidos a Colectores de la Comunidad Autónoma de Madrid.

- Ecoiuris.

- Conferencias y documentación de los cursos de la EOI referentes a legislación, impartidos por diferentes ponentes, tanto en el Programa Superior de Ingeniería y Gestión Ambiental como en los Master de Medio Ambiente.

- Artículos y editoriales de revistas técnicas de este campo de actividad.

Con toda la documentación recopilada se procedió a la preparación de un informe preliminar, señalando las características más importantes de la legislación actual y su influencia en las necesidades de infraestructura.

#### **1.4.4. *Situación actual y necesidades en infraestructura***

Para conocer la situación actual y, en consecuencia, determinar las necesidades provocadas por la Directiva Comunitaria, las actuaciones más importantes llevadas a cabo han sido entre otras las siguientes:

- Visitas y reuniones en el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente sobre el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales.
- Visitas y reuniones con los responsables en la Junta de Castilla y Leon del Plan Regional de Saneamiento.

- Reunión con los responsables del Servicio Municipal de Aguas de Burgos, ( el mayor de los municipios de Castilla y León con planta depuradora operativa -actualmente en ampliación- y que dispone de ordenanzas y sistema de gestión integral del agua)
- Visitas y contactos telefónicos con diversos Ayuntamientos de la Comunidad.

La documentación básica utilizada ha sido:

- Plan director de infraestructura hidráulica urbana. Plan regional de saneamiento. (Revisión de 1993)
- Anexos y separata del plan director de infraestructura hidráulica urbana. Plan regional de saneamiento. (Revisión de 1993)

Estos documentos fueron suministrados por la Dirección General de Urbanismo y Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León.

- Memoria anual de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León. (1993)
- Plan nacional de saneamiento y depuración de aguas residuales del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

Al margen de los documentos básicos indicados anteriormente, se ha utilizado numerosa información procedente de revistas especializadas e incluso de la prensa diaria.

Con toda la documentación recopilada se procedió a la preparación de un informe preliminar, determinando las carencias actuales y próximas actuaciones a llevar a cabo en cuanto al saneamiento y depuración en la Comunidad de Castilla y León de acuerdo con la Directiva Comunitaria.

#### **1.4.5. Descripción de soluciones**

De acuerdo con las directrices fijadas en el Plan Regional de Saneamiento y en el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de las Aguas Residuales, se desarrollaron los posibles tipos de estaciones depuradoras a instalar, en función de la calidad del vertido, población servida y características del medio receptor.

La documentación utilizada para este trabajo además de la propia de los autores de esta parte del estudio, ha sido la siguiente:

- Libros y revistas de ingeniería sanitaria tanto de la biblioteca de la EOI como del MOPTMA.
- Conferencias y documentación de los cursos de la EOI referentes a ingeniería de la depuración de aguas residuales, impartidas por diferentes ponentes tanto en el Programa Superior de Ingeniería y Gestión Medioambiental como en los Master de Medio Ambiente.

- Experiencia personal de los técnicos asignados a este estudio.

Con toda la documentación recopilada se procedió a la preparación de un informe preliminar, referente a los tipos de instalaciones a utilizar en la depuración de las aguas residuales urbanas en Castilla y León.

#### ***1.4.6. Explotación y mantenimiento de las estaciones de depuración de aguas residuales urbanas.***

La fase más importante de la realización de sistemas de depuración de aguas residuales urbanas para adaptarse a la Directiva Europea, desde el punto de vista de generación de empleo, es la de explotación y mantenimiento, al crear el mayor número de puestos de trabajo y además de forma estable.

Igualmente la explotación y mantenimiento de las estaciones de depuración van a generar empleo directo fuera de las instalaciones.

La información de partida del número de instalaciones a realizar se ha tomado según el Plan Regional de Saneamiento.

En esta etapa se han estudiado las diferentes formas de llevar a cabo la explotación y mantenimiento de las plantas, así como los perfiles apropiados del personal de las mismas, según los diferentes niveles profesionales. Para ello se ha recopilado información procedente fundamentalmente de:

- Manuales de la EPA.

- Información recibida de las plantas depuradoras del Canal de Isabel II.
- Información de las plantas del Ayuntamiento de Madrid.
- Información de la planta depuradora de Burgos.
- Información obtenida de otras plantas depuradoras en funcionamiento.
- Conferencias y documentación de los cursos de la EOI referentes a la explotación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas, impartidas por diferentes ponentes tanto en el Programa Superior de Ingeniería y Gestión Medioambiental como en los Master de Medio Ambiente.
- Experiencia personal de los técnicos asignados a este estudio.

Con toda la documentación recopilada se procedió a la preparación de un informe preliminar, referente a los métodos de explotación y mantenimiento de las plantas, así como sobre los perfiles del personal necesario para este tipo de actividad.

#### **1.4.7. Evaluación de la creación de empleo**

La metodología aplicada a sido diferente para cada una de las facetas, que incluyen desde la ingeniería preliminar, hasta la explotación y mantenimiento, así como para la red de saneamiento y las instalaciones de depuración.

- Ingeniería y construcción de las redes de colectores: debe tenerse en cuenta que en la construcción de colectores intervienen muchos factores, como es la topografía, naturaleza del terreno, profundidad del mismo, etc, lo que dificulta de forma notable la evaluación del coste y del empleo generado.

Para estimar la creación de empleo por este concepto se ha partido de las mediciones de seis de los proyectos sacados a concurso público por la Administración en los dos últimos años, y de los precios desglosados de las diferentes partidas obtenidos tanto de revistas especializadas, como de los prontuarios de los Colegios Profesionales; determinando los porcentajes correspondientes a la mano de obra necesaria para cada uno de los niveles. Los porcentajes así obtenidos se han aplicado a los precios estimados para la construcción de las redes de colectores en el Plan Regional de Saneamiento.

- Ingeniería, construcción, montaje y puesta en marcha de las estaciones de depuración: el sistema de estimación de la mano de obra generada por estos conceptos ha sido similar al utilizado para la red de colectores; igualmente, se ha contado con la larga experiencia de los miembros que componen el equipo de trabajo en estas actividades
- Explotación y mantenimiento: los datos que aparecen con frecuencia en la bibliografía a veces son contradictorios, habiéndose llevado a cabo una amplia labor de recopilación entre otras de las siguientes fuentes:



- Canal de Isabel II
- Ayuntamiento de Madrid
- Ayuntamiento de Burgos.
- Numerosas plantas depuradoras de aguas residuales urbanas.
- Empresas de mantenimiento y explotación de depuradoras.
- Manuales de la EPA.
- Conferencias y documentación de los cursos de la EOI referentes explotación y mantenimiento de sistemas de saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas, impartidas por diferentes ponentes tanto en el Programa Superior de Ingeniería y Gestión Medioambiental como en los Master de Medio Ambiente.

En aquellos casos en que se han celebrado visitas o consultas en plantas actualmente operativas, se ha solicitado información no sólo del número de personas al servicio de la depuradora, sino también sobre el número idóneo de personal, así como del desglose de la cualificación según los diferentes niveles.

- Laboratorios de control externo. Se ha partido del número de análisis solicitados por la Administración en algunos concursos para la explotación y mantenimiento de este tipo de instalaciones, y de los precios de mercado aportados por varias empresas del sector.

A partir de esta información, y considerando la estructura de costes y de personal de los mencionados laboratorios, se ha evaluado la generación de empleo en esta actividad.

- Tratamiento de los fangos. Se ha partido de la información sobre los fangos generados en las depuradoras de aguas residuales de Avila y Burgos y el número de empleados utilizados.

Para grandes depuradoras a construir en esta Comunidad, y teniendo en cuenta el tipo de proceso a utilizar, así como la población equivalente servida, se ha calculado la producción de fangos en las mismas estimándose a partir de los datos conocidos de dos instalaciones, el empleo generado.

Esta información se ha completado con la recibida de una empresa de servicios dedicada al tratamiento y reutilización de estos fangos.

- Servicios externos de las estaciones de depuración. La estimación de la generación de empleo por este concepto se ha obtenido a partir de los datos recogidos tanto de las plantas

existentes, como de la bibliografía de la vida útil de los equipos, y costes de mantenimiento de los mismos.

Con toda la documentación recopilada se procedió a la preparación de un informe preliminar, sobre el número de empleos a generar potencialmente así como sobre la cualificación necesaria para cada uno de los niveles de operación, construcción y gestión.

#### **1.4.8. Necesidades de formación**

Una vez conocida la generación de empleo en las diferentes actividades a desarrollar, así como las cualificaciones precisas, se definieron las necesidades de formación tanto para las etapas de ingeniería, construcción y puesta en marcha, como para las posteriores de explotación, mantenimiento y gestión.

No se ha evaluado la posible creación de empleo generado por la necesidad de una capacitación adecuada del personal anteriormente descrito, por no ser objeto de este estudio, aunque es de suponer que será igualmente importante.

Con toda la documentación recopilada se procedió a la preparación de un informe preliminar, referente a las necesidades de formación como consecuencia de las diferentes actividades.

#### **1.4.9. Diseño de programas**

Una vez conocidas las necesidades de formación para los diferentes niveles, se han diseñado los programas de los diferentes cursos.

**Para el diseño de los cursos se ha partido de:**

- **La amplia experiencia de la EOI en este campo desde el año 1.976, en el diseño y realización de cursos ,seminarios, conferencias ,etc en esta actividad.**
- **Cursos de operadores de plantas depuradoras de aguas residuales del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.**
- **Cursos de la EPA.**
- **Referencias de otros cursos realizados por Universidades, Colegios profesionales, Cámaras de Comercio, etc.**

**Además del diseño de los programas y a partir de las informaciones recogidas e indicadas en los dos puntos anteriores, se han definido:**

- **Perfiles del alumnado**
- **Duración de los cursos.**
- **Posibles organismos y entidades interesadas en la colaboración de los cursos.**

**Con toda la documentación recopilada se procedió a la preparación de un informe preliminar, referente al diseño de los programas formativos, perfiles del alumnado y posibilidades de colaboración con organismos locales.**

#### **1.4.10. Informe final**

Con toda la información recopilada en los diferentes informes preliminares, se procedió a la preparación y edición de la revisión 0 del informe final.

El informe final fue revisado de forma independiente por todos y cada uno de los miembros del equipo de trabajo, procediéndose a la edición del documento final una vez introducidos los comentarios realizados.

El desarrollo del estudio se ha llevado a cabo entre los meses de mayo y noviembre de 1.995, habiéndose realizado numerosas reuniones entre los integrantes del trabajo para la aprobación y/o comentarios de los diferentes documentos que se iban realizando.

**CAPITULO II**

**CARACTERISTICAS DE LA COMUNIDAD  
DE CASTILLA Y LEON**

## **CAPITULO II. CARACTERISTICAS DE LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEON**

### **2.1. Características geográficas.**

#### ***2.1.1. Morfología***

La comunidad autónoma de Castilla y León con una superficie de 94.147 Km<sup>2</sup> es la región de mayor extensión de la Unión Europea y ocupa casi una quinta parte de la superficie nacional, encontrándose dividida administrativamente en nueve provincias, con las superficies y poblaciones indicadas en la Tabla II.1 y figura II.1

La Comunidad castellano leonesa se encuentra situada en una zona crucial de primer orden, como espacio surcado por las principales vías de comunicación de la capital del estado con las autonomías periféricas atlánticas: Galicia, Asturias, Cantabria, y País Vasco, así como la Rioja, Navarra y las vías de acceso con Europa a través de los pasos fronterizos septentrionales. Igualmente, es surcada por el eje de comunicación entre Francia y todo el norte de Portugal.

Cuando se analizan los rasgos más significativos del medio físico en el que se desenvuelven y organizan las diversas formas de aprovechamiento humano del espacio, se pone al descubierto una realidad marcada por la coherencia del conjunto y la diversidad de sus elementos constitutivos. La coherencia reside en la visión integradora proporcionada por un territorio asentado en una vasta altiplanicie, rodeada de baluartes montañosos que la delimitan con precisión de las regiones adyacentes.

**TABLA II.1****SUPERFICIE Y POBLACION DE CASTILLA Y LEON. PROVINCIAS**

PROVINCIA	SUPERFICIE Km2	POBLACION Hab.
AVILA	8.048	176.910
BURGOS	14.269	360.071
LEON	15.468	531.910
PALENCIA	8.029	186.184
SALAMANCA	12.336	364.944
SEGOVIA	6.949	149.139
SORIA	10.287	94.584
VALLADOLID	8.202	505.208
ZÁMORA	10.559	214.624
CASTILLA Y LEON	94.147	2.583.574
ESPAÑA	504.750	40.230.340

Fuente: Población de Derecho de los Municipios Españoles (1994)

Instituto Nacional de Estadística



# COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEON

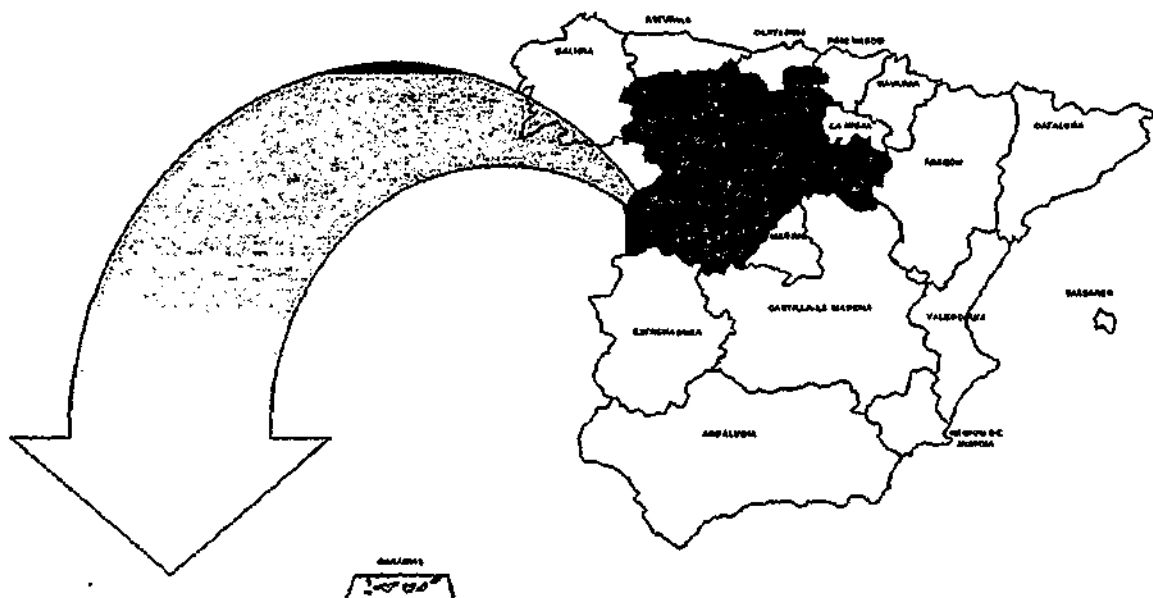


FIGURA II.1

Como consecuencia de la configuración geomorfológica y de los condicionamientos determinados por la altitud, se producen alteraciones climáticas muy importantes respecto a los climas típicamente mediterráneos, incidiendo notablemente en la estructura y composición de la capa vegetal.

A modo de gran anfiteatro, la superficie de la llanura aparece circunvalada por una serie de alineaciones montañosas que la cierran por sus extremos norte (cordillera Cantábrica), este ( Sierra de la Demanda, Picos de Urbión, Moncayo y Sierra Ministra) y sur ( Sierras de Guadarrama, Gredos y Gata), y por el poniente por las sierras septentrionales del norte de Portugal y sur de Galicia, presentando una ligera pendiente de oeste a este. Esta gran llanura se ve surcada por el río Duero en dirección este-oeste, al cual llegan de forma transversal numerosos afluentes por ambas márgenes, procedentes de los sistemas montañosas que cierran la meseta.

La Comunidad castellano leonesa ocupa la práctica totalidad de la cuenca del río Duero, suponiendo aproximadamente el 80% de su territorio, estando el 20% restante repartido en las cuencas del Sil (Noroeste de León), Ebro (noreste de Burgos), Tajo (sur de la provincias de Avila y Salamanca) y Norte (Norte de León y Palencia).

### **2.1.2.        *Espacio natural***

La altitud media de la región, próxima a los 800 m, la gran superficie de la altiplanicie, y las cadenas montañosas que la rodean, son elementos trascendentes en las condiciones climatológicas de la zona, variando de forma sensible las características mediterráneas que le corresponderían, lo que lleva consigo una gran influencia en sus características medioambientales.

Las temperaturas a lo largo del año en la región muestran el predominio del clima continental en sus diferentes estaciones, alcanzando valores medios en invierno de 3-4°C, con mínimas absolutas que llegan a alcanzar los 15-18°C bajo cero, con una presencia de heladas que comienza a finales de octubre y no finaliza hasta bien entrada la primavera y con frecuentes nieblas debido a la presencia de los ríos.

Las temperaturas estivales no son excesivamente elevadas, con medias próximas a los 20-22°C, llegando a alcanzar valores absolutos próximos a los 40°C, siendo los veranos relativamente cortos y caracterizados por unas diferencias entre las temperaturas nocturnas y diurnas importantes.

El régimen pluviométrico en la región, excepto en las zonas montañosas que llegan a superar los 1.000-1.500 mm anuales, con regímenes locales que superan dichos valores; se caracteriza por la escasez pluviométrica, situándose entre 350 y 700 mm anuales la mayor parte del territorio (con una media de 450 frente a los 690 mm/a media de todo el estado), siendo el régimen pluviométrico, excepto en los meses de verano, bastante regular, debido a la situación septentrional de la zona, así como al efecto de resonancia de las cadenas montañosas que la rodean.

Esta climatología, tanto en lo que se refiere a temperatura como al régimen de lluvias, determinan la cobertura vegetal de la región, así como las características de los productos que la agricultura va a desarrollar en estas condiciones.

En la tabla II.2 se encuentran recogidos los datos climatológicos de las nueve capitales.

**TABLA II.2  
CLIMATOLOGIA**

PROVINCIA	TEMPERATURA			HUMEDAD %	PRECIPITACION ANUAL (mm)	PRECIPITACION MAX. 24 h
	MEDIA	MAX. (Abs.)	MIN(Abs.)			
AVILA	10,4	36,5	-20,4	64	364	63
BURGOS	10,5	37,4	-18	72	562	63
LEON	11,0	38,0	-17,4	68	532	59
PALENCIA	11,7	39,8	-13,4	67	419	68
SALAMANCA	12,0	39,6	-12	65	419	76
SEGOVIA	11,5	39,7	-17	64	467	72
SORIA	10,5	38,0	-16	68	574	72
VALLADOLID	12,1	39,0	-11,6	62	374	44
ZAMORA	12,3	39,0	-13,4	72	352	60
<b>MEDIA TOTAL</b>	<b>11,3</b>	<b>38,6</b>	<b>-15,4</b>	<b>67</b>	<b>451</b>	<b>64</b>

Fuente: Climatología de España y Portugal.  
Instituto Nacional de Meteorología. 1983

De acuerdo con los principios clásicos de la geografía, el clima es el factor dominante en la formación de un suelo y de la capa vegetal que va a soportar, quedando relegado a un segundo lugar la influencia de la naturaleza del subsuelo. Así pues, suelos de procedencia muy diversa pero con un clima similar presentan un alto grado de semejanza, en tanto que terrenos de una misma constitución litográfica pueden diferir en su aspecto debido a las diferencias climáticas entre ellos.

De todas las variantes climáticas, la temperatura y la pluviometría van a tener un peso específico determinante en la capa vegetal de la superficie, y teniendo en cuenta las acciones físicas y químicas de la segunda que actúan sobre los suelos, puede afirmarse que el agua es el factor decisivo en el desarrollo del ecosistema de una zona, por encima de cualquier otro.

A esta acción decisiva de los condicionantes climáticos, viene a añadirse la acción del hombre, que con determinados cultivos selectivos, talas de zonas de bosque, explotación intensiva del suelo, y utilización en el mismo de productos químicos, construcción de grandes infraestructuras, como pantanos, carreteras, etc, creación de grandes ciudades, acaba configurando el medio ambiente de la tierra.

### **2.1.3. *Biogeografía y vegetación***

El territorio de Castilla y León se encuadra mayoritariamente en la región biogeográfica Mediterránea, si bien, teniendo en cuenta el fondo florístico, vegetación y bioclimatología, las áreas más septentrionales son indudablemente eurosiberianas.

En la comunidad de Castilla y León se encuentran los siguientes grupos de vegetación:

**A) Series climatófilas.**

Pastizales psicroxerófilos alpinos y crioromediterráneos; Enebrales rastreros y piornales serranos subalpinos y oromediterráneos; Hayedos montanos y supramediterráneos, Serie climatófila, mesoftica, del fresno; Quejigares, Sabinares albares. Encinares colino-montanos y mesosupramediterráneos; Alcornocales.

**B) Series edafófilas.**

Sauceda cantábrica, Fresneda con melojos, Alisedas supramediterráneas, Saucedas atrocinéreas, Fresnedas, Alisedas mesomediterráneas, Saucedas de sauce salvifolio, Olmedas, Serie riparia del álamo blanco, Serie riparia mixta de chopos y sauces.

En la planicie es fácil apreciar un altísimo grado de transformación de las formaciones nemorales autóctonas, como consecuencia de las roturaciones que desde el pasado se han realizado para aumentar las superficies de cultivo, por lo que las frondosas biomasas mediterráneas tienen un carácter residual, apareciendo con un carácter inestable y regresivo allí donde el bosque ha sido menos modificado, como sucede con el caso de la encina, prácticamente desaparecida en las grandes superficies de la planicie central.

Igualmente agresiva ha sido la presencia humana para otras especies autóctonas como el quejigo o el roble rebollo, que limitan su existencia a zonas de transición ecológica.

Esta acción del hombre ha llevado consigo la aparición de monte bajo, formado por un conjunto de matorrales, y la expansión en algunas zonas de coníferas, entre las que destaca el pino piñonero y resinero.

Las zonas montañosas de la periferia muestran escenarios más ricos y diversificados debido a las posibilidades que permiten su menor accesibilidad, así como al escalonamiento altitudinal, y a los contrastes que produce su orientación, apareciendo una contraposición importante entre las diferentes cadenas montañosas que cierran el gran anfiteatro de la meseta.

## 2.2. Red hidrográfica

La red hidrográfica de la región es la receptora de los vertidos, depurados o sin depurar, procedentes tanto de la industria como de los asentamientos humanos, así como de la contaminación difusa producida por el empleo de abonos y otro tipo de compuestos químicos en la agricultura, lo que afecta de forma importante al ecosistema del medio hídrico de la región.

La aplicación de la directiva 271/91/CEE va a suponer una mejora de gran importancia para la calidad del agua de la red hídrica de la región, máxime si se tiene en cuenta la situación actual de depuración y el grado de contaminación existente en determinados tramos de la misma, lo que ha hecho desaparecer o retroceder a numerosas especies autóctonas en los cauces, con una degradación importante de los ecosistemas fluviales.

Al igual que ocurre en otras regiones, los asentamientos urbanos así como el desarrollo industrial, ha tenido lugar sobre los márgenes de los ríos que recorren la comunidad, y al coincidir ambos factores, población-industria, se ha originado una importante degradación de la calidad del medio en los cauces.

La red hídrica de la región se compone fundamentalmente de la amplia cuenca del río Duero, con una superficie de 79.326 Km<sup>2</sup>, lo que representa casi el 80% del territorio de la Comunidad de Castilla y León, que la recorre en dirección este-oeste; así como pequeños espacios que drenan al Tago, (sur de las provincias de Avila y Salamanca), al Miño (a través del Sil que recorre el noroeste de León, pasando por las zonas mineras de Ponferrada y Villablino, adentrándose en Galicia cruzando la zona del Bierzo), Ebro ( Norte de Burgos, cruzando la meseta de la Lora y los montes de Oca) y a la cuenca Norte.

La primacia corresponde al río Duero, con una cuenca de 300 Km<sup>2</sup> en su tramo medio y que con sus numerosos afluentes vertebra la región. Nace el Duero en Duruelo, en la sierra de Urbión, disponiendo de una red secundaria formada por 135 afluentes, cruzando en su recorrido Soria, Almazán, Aranda, Tordesillas, Toro y Zamora, habiendo sido durante siglos la frontera natural entre los reinos cristianos y la zona de dominación árabe.

El aprovechamiento de la dotación hídrica de la cuenca del Duero viene auspiciado por el decisivo papel que juegan las cadenas montañosas que delimitan su cuenca, y que le alimentan con la pluviometría y nieves caídas en las mismas, actuando como agentes reguladores de los caudales, tanto desde el punto de vista hidrológico como económico. Las alimentaciones recibidas a través de la red secundaria, debidas a las mayores y mejor distribuidas precipitaciones que a lo largo del año se registran en el cinturón montañoso periférico, dan lugar a la curva de caudales anuales más estable de los ríos nacionales.



Esta estabilidad se ve reforzada por la regulación artificial en los espacios montañosos periféricos, a través de una amplia red de embalses facilitados por las características orográficas de la zona.

Sobre la poderosa red de embalses existente en la cuenca del Duero, tanto en su red principal como en la secundaria, descansa de forma muy importante uno de los pilares básicos de la economía de la región castellano leonesa, tanto desde el punto de vista del sector industrial, por su aprovechamiento para la generación de energía hidroeléctrica, como desde el de la agricultura, ya que permite disponer de grandes superficies de regadíos (próximas al diez por ciento de la total cultivada), con el valor que ello supone en la mejora de las producciones agrícolas, así como en la obtención de productos de mayor valor añadido. Por otra parte, esta importante red de presas es un seguro contra inundaciones en las zonas ribereñas, ya que debido al gran desnivel, la pendiente de los cauces daría lugar a gravísimas inundaciones.

Esto representaría numerosos destrozos en los cultivos, infraestructuras, viviendas y en el peor de los casos, sobre la población.

El Duero entre Soria y Zamora, con 400 Km de longitud tiene una diferencia de cota próxima a los 400 m y otros tantos entre Villalcampo y Saucelle, en tan sólo 70 Km en su tramo final de recorrido sobre territorio español, (lo que da origen a su enorme potencial generador de energía hidroeléctrica y a ser una de las principales fuentes de riqueza de la zona).

La cuenca del río Duero presenta un balance anual positivo, ya que dispone de unos recursos de 8.600 Hm<sup>3</sup>, y una demanda de 4.100 Hm<sup>3</sup>, lo que da un superavit teórico de 4.500 Hm<sup>3</sup>, ahora bien, unos 3.700 Hm<sup>3</sup> anuales corresponden a la regulación hidroeléctrica en los cursos bajos de los ríos Esla, Tormes y el propio Duero, ya en

la frontera portuguesa. Son, por tanto, recursos de difícil utilización; por esta razón los excedentes reales son de unos 800 Hm<sup>3</sup>/año.

### **2.3. Situación socio-económica de Castilla y León**

A pesar de que la Comunidad Autónoma de Castilla y León es la de mayor superficie de la Unión Europea con 94.147 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 18,65% del territorio nacional, su contribución al PIB se encuentra en el 5,91% (1.993), encontrándose en un estado de progresiva pérdida de peso específico si se relaciona frente al resto de la economía nacional. Como demostración de lo indicado anteriormente, se comprueba que en el período de 1955 a 1985, el PIB se multiplicó en nuestro país en términos reales por 4, mientras que en Castilla y León lo hizo por 2,73. En este mismo período de tiempo, Castilla y León pasó de representar el 8,3% del PIB español al 6,03%, aunque esta tendencia en los últimos años es más de estancamiento que de retroceso.

Esta pérdida de importancia se refleja de modo distinto en los diferentes sectores, pues mientras el sector agrario y de servicios pierden participación de forma clara, la construcción lo hace de forma moderada y el industrial permanece estancado.

Este retroceso de la economía regional frente a la nacional viene reflejado en las tablas II.3, II.4 y II.5, que recogen el V.A.B., la producción bruta per cápita y la renta per cápita, entre los años 1.983 y 1.993, observándose una mejoría en este último año, debida fundamentalmente a la extraordinaria cosecha cerealística obtenida, lo que dio lugar a ser la comunidad española de mayor crecimiento anual del PIB (1,74%) en el bienio de recesión económica (1.992-1.993).

<b>TABLA II.3 PRODUCCION BRUTA (V.A.B.) (En millones de pts.)</b>						
	1983	1985	1987	1989	1991	1993
<b>CASTILLA-LEON</b>	1.363.577	1.681.133	2.183.709	2.740.627	3.130.965	3.600.622
<b>NACIONAL</b>	22.368.746	27.859.655	36.279.496	46.267.286	54.782.548	60.926.017
<b>% SOBRE NACIONAL</b>	6,096	6,034	6,019	5,923	5,715	5,910

Fuente : Renta nacional de España 1991.

<b>TABLA II.4 PRODUCCION BRUTA PER CAPITA (En pts.)</b>						
	1983	1985	1987	1989	1991	1993
<b>CASTILLA-LEON</b>	542.254	666.156	860.637	1.076.595	1.229.795	1.413.264
<b>NACIONAL</b>	593.366	732.595	945.744	1.197.251	1.409.296	1.559.751
<b>% SOBRE NACIONAL</b>	91,386	90,931	91,001	89,922	87,263	90,608

Fuente : Renta nacional de España 1991.

<b>TABLA II.5 RENTA PER CAPITA (En pts.)</b>					
	1983	1985	1987	1989	1991
<b>CASTILLA-LEON</b>	462.104	573.993	739.150	925.588	1.048.575
<b>NACIONAL</b>	525.516	645.415	834.830	1.065.572	1.242.542
<b>% SOBRE NACIONAL</b>	87,933	88,934	88,539	86,863	84,390

Fuente : Elaboración propia a partir de datos de Renta nacional de España.

La distribución de la productividad no es igual en las nueve provincias, pues mientras Valladolid presenta aproximadamente el 22% del V.A.B. de la región y 1,4% nacional, Soria se queda en el 3,6% y 0,2% respectivamente. En las tablas II.6 y II.7 adjuntas se recogen el V.A.B. y el producto interior bruto per cápita de las diferentes provincias, así como su peso frente a la media nacional y regional entre 1.983 y 1.993.

La participación en la actividad económica de los diferentes sectores productivos de la región viene reflejada en las tablas II.8 y II.9, que recogen la aportación sectorial al V.A.B. y el índice de especialización sectorial respectivamente (años 1.985, 1.991 y 1.993).

Esta estructura productiva demuestra una clara especialización regional en la agricultura, parcial en la industria y construcción, mientras que el desarrollo de los servicios está muy lejos de la media nacional. Esta distribución de la producción lleva consigo dificultades de expansión y crecimiento económico, ofreciendo mayor dinamismo aquellas provincias que están menos especializadas en el sector primario, como es el caso de Valladolid, Burgos y en menor grado León.

En las tablas II.10 y II.11 se recoge la posición relativa de las nueve provincias que forman la Comunidad en el conjunto nacional con respecto a su producción neta total y su producción per cápita.

Los datos anteriormente indicados permiten llegar a las siguientes conclusiones:

**TABLA II.6**  
**PRODUCCION BRUTA (V.A.B.) (En millones de pts.)**

	1983	1985	1987	1989	1991	1993
AVILA	75.499	90.952	119.904	149.647	180.466	212.983
% Nacional	0,34	0,33	0,33	0,32	0,33	0,39
% Regional	5,54	5,41	5,49	5,46	5,76	5,92
BURGOS	207.864	260.132	342.053	444.959	518.554	601.259
% Nacional	0,93	0,93	0,94	0,96	0,95	1,10
% Regional	15,24	15,47	15,66	16,24	16,56	16,70
LEON	271.344	332.403	435.916	519.111	572.026	653.675
% Nacional	1,21	1,19	1,20	1,12	1,04	1,19
% Regional	19,90	19,77	19,96	18,94	18,27	18,15
PALENCIA	117.999	142.048	178.688	216.744	232.391	266.121
% Nacional	0,53	0,51	0,49	0,47	0,42	0,49
% Regional	8,65	8,45	8,18	7,91	7,42	7,39
SALAMANCA	170.794	212.848	278.781	350.312	422.897	478.400
% Nacional	0,76	0,76	0,77	0,76	0,77	0,87
% Regional	12,53	12,66	12,77	12,78	13,51	13,29
SEGOVIA	77.772	94.805	123.945	150.581	182.472	212.211
% Nacional	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,39
% Regional	5,70	5,64	5,68	5,49	5,83	5,89
SORIA	48.803	66.120	80.459	96.843	113.020	131.668
% Nacional	0,22	0,24	0,22	0,21	0,21	0,24
% Regional	3,58	3,93	3,68	3,53	3,61	3,66
VALLADOLID	303.933	365.085	473.178	631.161	691.168	790.639
% Nacional	1,36	1,31	1,30	1,36	1,26	1,44
% Regional	22,29	21,72	21,67	23,03	22,08	21,96
ZAMORA	89.569	116.740	150.785	181.249	217.971	253.711
% Nacional	0,40	0,42	0,42	0,39	0,40	0,46
% Regional	6,57	6,94	6,90	6,61	6,96	7,05
NACIONAL	22.368.746	27.859.655	36.279.496	46.267.286	54.782.548	60.926.017
REGIONAL	1.363.577	1.681.133	2.183.709	2.740.627	3.130.965	3.600.667

NOTA:

Los datos relativos a 1993 se ven muy favorecidos por la magnífica cosecha de cereales de este año

Fuente : Elaboración propia a partir de los datos de Renta nacional de España.

**TABLA II.7**

**PRODUCTO INTERIOR BRUTO PER CAPITA (En millones de pts.)**

	1983	1985	1987	1989	1991	1993
AVILA	435.288	522.514	686.291	857.414	1.034.913	1.222.791
% Nacional	73,36	71,32	72,57	71,62	73,43	78,40
% Regional	81,90	79,38	81,22	81,84	85,60	88,33
BURGOS	594.970	741.926	972.023	1.261.243	1.469.945	1.705.003
% Nacional	100,27	101,27	102,78	105,34	104,30	109,31
% Regional	111,95	112,72	115,04	120,39	121,58	123,16
LEON	520.575	635.447	830.402	987.856	1.087.717	1.145.102
% Nacional	87,73	86,74	87,80	82,51	77,18	73,42
% Regional	97,95	96,54	98,28	94,29	89,97	82,72
PALENCIA	643.829	772.285	967.990	1.170.634	1.252.930	1.433.293
% Nacional	108,50	105,42	102,35	97,78	88,90	91,89
% Regional	121,14	117,33	114,56	111,74	103,63	103,53
SALAMANCA	482.282	598.894	781.589	980.365	1.181.934	1.335.932
% Nacional	81,28	81,75	82,64	81,88	83,87	85,65
% Regional	90,74	90,99	92,50	93,58	97,76	96,50
SEGOVIA	534.376	649.091	845.556	1.024.514	1.239.721	1.440.565
% Nacional	90,06	88,60	89,41	85,57	87,97	92,36
% Regional	100,55	98,61	100,07	97,79	102,54	104,06
SORIA	518.002	699.313	847.785	1.023.873	1.195.511	1.394.094
% Nacional	87,30	95,46	89,64	85,52	84,83	89,38
% Regional	97,46	106,24	100,33	97,73	98,88	100,70
VALLADOLID	631.039	755.307	966.377	1.274.733	1.398.539	1.594.651
% Nacional	106,35	103,10	102,18	106,47	99,24	102,24
% Regional	118,73	114,75	114,37	121,67	115,67	115,19
ZAMORA	422.916	549.246	706.753	848.425	1.020.139	1.187.836
% Nacional	71,27	74,97	74,73	70,86	72,39	76,16
% Regional	79,57	83,44	83,64	80,98	84,38	85,80
MEDIA NACIONAL	593.366	732.595	945.714	1.197.251	1.409.296	1.559.751
MEDIA REGIONAL	531.475	658.225	844.974	1.047.673	1.209.039	1.384.363

Fuente : Elaboración propia a partir de los datos de Renta nacional de España.

<b>TABLA II.8 ESTRUCTURA PRODUCTIVA. (Aportacion sectorial al V.A.B.)</b>			
<b>COMUNIDAD/NACIONAL</b>	<b>1985</b>	<b>1991</b>	<b>1993</b>
AGRICULTURA	12,6/6,4	8,7/5,0	11,8/5,0
INDUSTRIA	27,2/26,4	26,4/23,8	23,3/21,3
CONSTRUCCION	6,4/5,6	9,6/8,9	8,2/7,9
SERVICIOS	53,9/61,6	55,4/62,3	56,8/65,8

Fuente : Renta nacional de España 1991.

<b>TABLA II.9 INDICE DE ESPECIALIZACION SECTORIAL (Nacional= 100)</b>			
	<b>1985</b>	<b>1991</b>	<b>1993</b>
AGRICULTURA	178,5	152	214,5
INDUSTRIA	93,7	96,5	99,3
CONSTRUCCION	103,4	93,6	93,2
SERVICIOS	79,5	77,6	78,2

Fuente : Renta nacional de España 1991.

**TABLA II.10  
POSICION RELATIVA DE LAS DIVERSAS PROVINCIAS  
POR SU PRODUCCION NETA TOTAL**

PROVINCIA	1971	1973	1975	1977	1979	1981	1983	1985	1987	1989	1991
VALLADOLID	24	24	23	23	23	24	22	23	21	21	23
LEON	23	25	25	26	25	25	25	25	25	26	28
BURGOS	31	33	33	33	33	35	32	32	32	30	32
SALAMANCA	35	36	35	36	35	37	38	38	37	37	37
PALENCIA	43	44	43	43	43	43	43	43	43	43	43
ZAMORA	44	45	44	45	45	44	44	44	44	44	45
SEGOVIA	46	47	46	48	48	49	47	47	48	49	48
AVILA	49	49	49	49	49	48	48	49	49	48	49
SORIA	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Fuente: Anuario renta nacional 1991

**TABLA II.11  
POSICION RELATIVA DE LAS DIVERSAS PROVINCIAS  
POR SU PRODUCCION PER CAPITA**

PROVINCIA	1971	1973	1975	1977	1979	1981	1983	1985	1987	1989	1991
VALLADOLID	17	21	20	21	21	25	20	18	15	15	16
LEON	13	17	17	15	15	18	14	17	18	14	17
BURGOS	25	27	23	22	16	20	13	14	17	23	24
SALAMANCA	23	25	25	25	26	28	26	27	28	27	25
PALENCIA	26	26	24	24	33	33	29	24	27	28	28
ZAMORA	29	35	36	32	29	34	31	32	32	32	31
SEGOVIA	27	31	32	31	30	26	27	28	29	31	36
AVILA	45	46	44	43	44	40	37	45	41	42	42
SORIA	40	43	41	41	43	43	40	39	38	44	43

Fuente: Anuario renta nacional 1991



- La aportación al V.A.B. nacional de la región es inferior a la media nacional; tan sólo el sector agrario muestra unos valores claramente superiores a la media española, la industria y la construcción presentan una similitud con la nacional y el sector servicios es muy inferior a la media nacional.
- La Comunidad Autónoma es más productiva en el sector donde el rendimiento del trabajo es menor (primario) y es menos productiva donde el esfuerzo laboral tiene una productividad mayor (servicios).

La especialización en un sector cuya productividad es muy baja, lleva consigo una falta de creación de empleo así como una emigración importante a otros sectores más productivos.

Por otra parte, la especialización en el sector agrario, cuyas producciones están sometidas a un constante factor de riesgo, conlleva que las inversiones o financiaciones en el sector sean muy restringidas.

- La economía regional especializada en el sector primario deja que las funciones de transformación (industria) y distribución (servicios), se lleven a cabo fuera de sus límites, con lo que la parte más importante del valor añadido se escapa de la región, lo que provoca una dificultad importante en la creación de empleo.
- Al comparar los datos provinciales entre sí, se encuentra una fuerte diferencia entre Valladolid y el resto de las provincias, lo que lleva consigo una capacidad de captación de mano de obra del resto.

Las tasas de crecimiento económico global de las provincias entre los años 1955 y 1991, arrojan un signo negativo para la región, pues, excepto Valladolid, con un crecimiento importante, León medio y Burgos ligero, el resto presentan pérdidas de sus ritmos productivos.

### **2.3.1. Población**

Al estudiar la evolución de la población de la Comunidad de Castilla y León a lo largo de los últimos años, se muestran tres características muy importantes: su estancamiento, su progresiva concentración en los núcleos urbanos y en tercer lugar, su constante envejecimiento progresivo sobre todo en los núcleos rurales.

Un factor importante a tener en cuenta es la densidad de población, que se sitúa en 27 habitantes por Km<sup>2</sup>, frente a la media nacional que es de 77,4, con un máximo en Valladolid de 60,5 y un mínimo en Soria con 9,2 como se puede comprobar en la tabla II.12.

#### **Estancamiento**

A lo largo de los últimos cuarenta años, la población de Castilla y León ha sufrido un estancamiento en su población de derecho, según muestran los diferentes censos, alternando períodos de disminución, con otros de ligero crecimiento, aunque la situación real es de estancamiento o mantenimiento de la población; esto lleva consigo una disminución de importancia frente al crecimiento registrado en este mismo período en el conjunto nacional, llegando a una variación negativa de los porcentajes frente al resto del país.

**TABLA II.12**  
**DENSIDAD DE POBLACION POR PROVINCIAS.(1993)**

PROVINCIA	SUPERFIC. Km2	POBLACION Hab.	DENSIDAD Hab/Km2
VALLADOLID	8.202	495.807	60,45
LEON	15.468	526.021	34,01
SALAMANCA	12.336	358.102	29,03
BURGOS	14.269	352.644	24,71
PALENCIA	8.029	185.671	23,13
AVILA	8.048	174.171	21,64
SEGOVIA	6.949	147.311	21,20
ZAMORA	10.559	213.591	20,23
SORIA	10.287	94.447	9,18
REGIONAL	94.147	2.547.765	27,06
NACIONAL	504.750	39.061.367	77,39

Fuente: Anuario renta nacional 1991

Los datos de población correspondientes a la región en su conjunto esconden comportamientos muy distintos entre las diferentes provincias, pues mientras Avila, Soria y Zamora en el período indicado han sufrido pérdidas iguales o superiores al 10%; León, Palencia, Salamanca y Segovia, no han alcanzado ese porcentaje; Burgos prácticamente estabiliza su población y Valladolid es la única provincia que creció, y de forma significativa.

Este estancamiento de la población se produce casi a partes iguales tanto por la disminución de la natalidad como por los movimientos migratorios hacia otras regiones. En la tabla II.13 se recoge el censo por provincias entre 1.983 y 1.993, así como los porcentajes frente a la población nacional y del conjunto regional.

### Concentración

Una de las características de la región es su concentración progresiva en los núcleos urbanos a lo largo de los últimos cuarenta años.

En la tabla II.14 se encuentra reflejada la distribución de la población en función del tamaño de los municipios desde 1.970 a 1.994, pudiéndose comprobar la disminución de municipios en la región, por absorciones y fusiones que no quedan reflejadas en los escalones siguientes de la mencionada tabla, así como el mantenimiento del número de municipios de menos de 500 habitantes, contrarrestándose algunas desapariciones con la progresiva disminución de población de otros núcleos antes más importantes.

**TABLA II.13**  
**POBLACION POR PROVINCIAS**

	1983	1985	1987	1989	1991	1993
AVILA	173.446	174.066	174.713	174.533	174.378	174.141
% Nacional	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45
% Regional	6,90	6,90	6,89	6,86	6,85	6,84
BURGOS	349.369	350.617	351.898	352.794	352.771	352.644
% Nacional	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90
% Regional	13,89	13,89	13,87	13,86	13,86	13,84
LEON	521.239	523.101	524.946	525.513	525.896	526.021
% Nacional	1,38	1,38	1,37	1,36	1,35	1,35
% Regional	20,73	20,73	20,69	20,64	20,66	20,65
PALENCIA	183.277	183.932	184.597	185.151	185.478	185.671
% Nacional	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
% Regional	7,29	7,29	7,29	7,27	7,29	7,29
SALAMANCA	354.137	355.402	356.685	357.328	357.801	358.102
% Nacional	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92
% Regional	14,08	14,08	14,06	14,04	14,05	14,06
SEGOVIA	145.538	146.058	146.584	146.978	147.188	147.311
% Nacional	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
% Regional	5,79	5,79	5,78	5,77	5,78	5,78
SORIA	94.214	94.550	94.905	94.585	94.537	94.447
% Nacional	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24
% Regional	3,75	3,75	3,74	3,72	3,71	3,71
VALLADOLID	481.639	483.360	489.641	495.132	494.207	495.807
% Nacional	1,28	1,27	1,28	1,28	1,27	1,27
% Regional	19,15	19,15	19,30	19,45	19,41	19,46
ZAMORA	211.789	212.546	213.349	213.630	213.668	213.591
% Nacional	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55
% Regional	8,42	8,42	8,41	8,39	8,39	8,38
NACIONAL	37.698.062	38.028.711	38.360.612	38.644.609	38.872.279	39.061.367
REGIONAL	2.514.648	2.523.632	2.537.318	2.545.644	2.545.924	2.547.735

Fuente : Elaboracion propia a partir de los datos de Renta nacional de España.

**TABLA II.14  
DISTRIBUCION DE LA POBLACION POR MUNICIPIOS EN LA COMUNIDAD  
DE CASTILLA Y LEON**

NUMERO HABITANTES	1970	1975	1981	1986	1994
Hasta 500	1.528	1.475	1.376	1.545	1.606
De 501 a 1.000	576	506	436	307	341
De 1.001 a 2.000	294	226	192	189	170
De 2.001 a 5.000	132	117	93	83	81
De 5.001 a 10.000	23	23	27	23	28
De 10.001 a 25.000	9	8	7	8	8
De 25.001 a 50.000	5	4	4	4	6
De 50.001 a 100.000	1	3	4	4	4
Mayor de 100.001	4	4	4	4	4
<b>TOTAL</b>	<b>2572</b>	<b>2366</b>	<b>2143</b>	<b>2167</b>	<b>2.248</b>

Fuente: El futuro de la economía Castellano-leonesa. Asamblea Regional de Cámaras de Comercio e Industria de Castilla y León  
Anuario del INE.

Esta disminución de la población rural y su concentración en zonas urbanas ha dado origen a una densidad de población en zonas rurales muy baja. En la tabla II.15 se recogen las densidades rurales medias de las diferentes provincias, considerando en la primera columna la población de toda la provincia y en la segunda solamente la población de derecho excluida la correspondiente a los núcleos de población superiores a 10.000 habitantes.

Al no existir prácticamente en la región núcleos de población intermedios, la pérdida que de forma constante tiene lugar en la población rural favorece a las capitales de provincia. Esto se observa viendo que la población de derecho en las capitales de provincia era del 29% en 1970, del 40% en 1986 y del 42,6% en 1.994.

#### Estructura de la población por edades

El tercer rasgo que caracteriza a la población de la comunidad de Castilla León es su envejecimiento.

Para conocer cual es la estructura por edades, se ha dividido la población en tres grupos: menores de catorce años, con edades comprendidas entre catorce y sesenta y cinco y mayores de esta edad. Esta clasificación se ha realizado para la población total e independientemente para las poblaciones rurales y urbanas.

Las conclusiones que se obtienen son las siguientes (Gráfico II.2):

- La población menor de 14 años reduce de forma apreciable su porcentaje, pasando del 26,4% en el año 1970, al 19,3% en 1986. Este descenso se muestra muy acusado en Segovia.

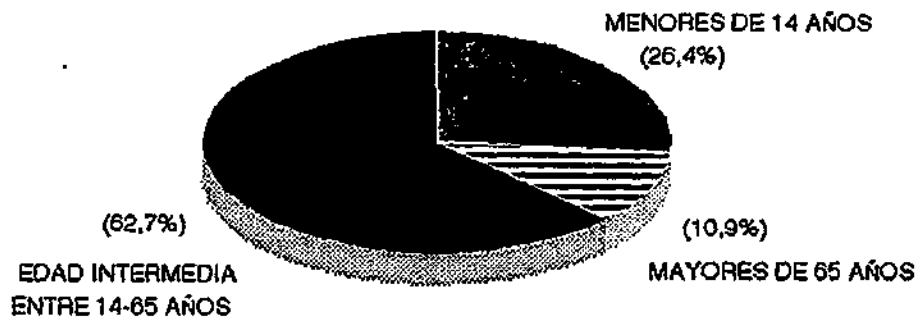
**TABLA II.15  
DENSIDAD DE POBLACION**

PROVINCIA	POBLACION	POBLACION > 10.000 Hab.	SUPERFICIE (Km2)	DENSIDAD (hab/Km2)	DENSIDAD SIN > 10.000 Hab
AVILA	176.910	49.639	8.048	22,0	15,8
BURGOS	360.071	233.600	14.269	25,2	8,9
LEON	531.910	281.141	15.468	34,4	16,2
PALENCIA	186.184	79.561	8.029	23,2	13,3
SALAMANCA	364.944	200.219	12.336	29,6	13,4
SEGOVIA	149.139	55.372	6.949	21,5	13,5
SORIA	94.584	33.317	10.287	9,2	6,0
VALLADOLID	505.208	370.139	8.202	61,6	16,5
ZAMORA	214.624	81.438	10.559	20,3	12,6
TOTAL	2.583.574	1.384.346	94.147	27,4	12,7
TOTAL NACIONAL	40.230.340	30.417.890	504.750	79,7	19,4

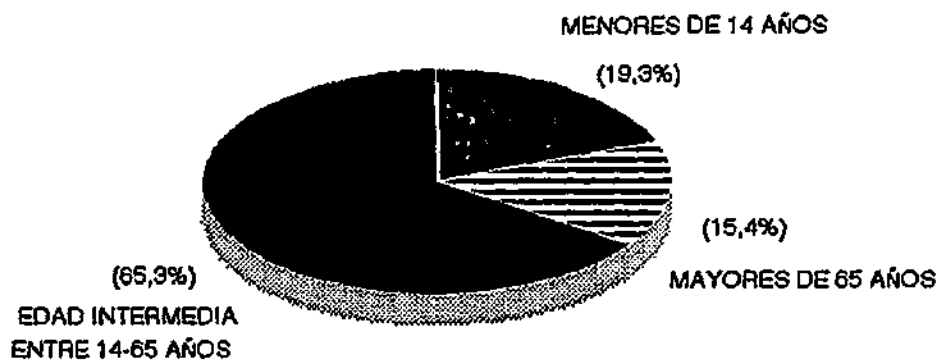
Fuente: Población de derecho de los municipios españoles. Instituto Nacional de Estadística 1994



**DISTRIBUCION DE LA POBLACION POR EDADES  
1970**



**DISTRIBUCION DE LA POBLACION POR EDADES  
1986**



**GRAFICO II.2**

- Paulatino incremento de la población mayor de 65 años, pasando la media de la región del 10,9% en el año 1970, al 15% en 1986. Este crecimiento es más acusado en las provincias de Burgos y Zamora.
- Ligero aumento del sector intermedio, que pasa del 62,7% en 1970 al 65,3% en 1986. Burgos y Zamora presentan un crecimiento negativo en aproximadamente un punto entre 1970 y 1986, mientras que en el extremo opuesto Valladolid lo incrementa en 4.
- Los datos indicados en los puntos anteriores se refieren a población total. Al comprobar la variación por sexos, la tendencia se mantiene en todos los casos, aunque la mayor longevidad de la mujer lleva a una modificación relativa de los tres grupos indicados.
- La comparación de la población rural frente a la capitalina muestra la tendencia al envejecimiento de ambas, aunque con más suavidad en las capitales, donde los más jóvenes tienen un mayor peso, excepto en León y Valladolid cuyos porcentajes más altos se encuentran en las edades intermedias.

La conclusión inmediata de lo indicado con anterioridad es que los movimientos migratorios a los núcleos de mayor población son efectuados por los más jóvenes, quedando los de mayor edad en pequeños núcleos rurales escasamente poblados.

- La caída de la tasa de natalidad, inferior al 1% a lo largo de los últimos años, junto con el mantenimiento de la mortalidad, explica la pérdida constante de importancia de los más jóvenes con la ganancia de los mayores de 65 años.

Esto da un crecimiento vegetativo inferior al uno por mil. El crecimiento vegetativo es superior a la media regional en el caso de Valladolid, mientras que Soria y Zamora presentan crecimientos negativos.

Debido a la mayor juventud de la población en las ciudades, el crecimiento vegetativo es muy superior en las capitales que en los núcleos rurales.

### **2.3.2. Empleo**

La situación y evolución del empleo en la Comunidad de Castilla y León se ve afectada por la misma problemática que se presenta a nivel nacional, con una particularidad importante, como es la de una mayor lentitud tanto en la producción de desempleo, como en la generación de puestos de trabajo, de tal forma que para el conjunto de la región el crecimiento de las tasas de actividad no ha compensado el crecimiento demográfico a lo largo de los últimos años. Es de señalar que Valladolid muestra un crecimiento continuo de su población activa aún en años difíciles de crecimiento económico, mientras que Zamora muestra pérdidas de la misma. En la tabla II.16 se recoge el número de empleos y sus porcentajes respecto al nacional y regional para cada una de las provincias entre 1.983 - 1.994.

En la tabla II.17 se recogen los índices de paro para las diferentes provincias.

En la tabla II.18 a la II.21 se recogen las tasas de paro según los diferentes sectores de actividad.

**TABLA II.16**  
**NUMERO DE EMPLEADOS POR PROVINCIAS**

	1983	1985	1987	1989	1991
AVILA	54.786	54.517	57.469	55.239	53.164
% Nacion. I	0,46	0,46	0,46	0,42	0,40
% Regional	6,71	6,78	6,89	6,58	6,33
BURGOS	117.809	117.100	122.619	128.126	135.047
% Nacional	0,99	0,99	0,98	0,97	1,02
% Regional	14,43	14,55	14,69	15,26	16,08
LEON	182.239	175.237	177.273	175.457	163.299
% Nacional	1,53	1,48	1,42	1,33	1,23
% Regional	22,32	21,78	21,24	20,89	19,45
PALENCIA	58.767	57.611	58.190	59.689	60.807
% Nacional	0,49	0,49	0,47	0,45	0,46
% Regional	7,20	7,16	6,97	7,11	7,24
SALAMANCA	109.428	107.062	111.013	109.463	110.289
% Nacional	0,92	0,90	0,89	0,83	0,83
% Regional	13,40	13,31	13,30	13,03	13,13
SEGOVIA	48.559	48.984	51.977	51.811	54.136
% Nacional	0,41	0,41	0,42	0,39	0,41
% Regional	5,95	6,09	6,23	6,17	6,45
SORIA	32.027	32.718	32.953	33.517	33.745
% Nacional	0,27	0,28	0,26	0,25	0,25
% Regional	3,92	4,07	3,95	3,99	4,02
VALLADOLID	143.130	142.256	153.665	157.613	164.516
% Nacional	1,20	1,20	1,23	1,19	1,24
% Regional	17,53	17,68	18,41	18,77	19,59
ZAMORA	69.833	69.110	69.450	68.920	64.665
% Nacional	0,59	0,58	0,56	0,52	0,49
% Regional	8,55	8,59	8,32	8,21	7,70
NACIONAL	11.883.143	11.846.474	12.489.883	13.205.952	13.235.466
REGIONAL	816.578	804.595	834.609	839.835	839.668
% Nacional	6,87	6,79	6,68	6,36	6,34

Fuente : Elaboracion propia a partir de los datos de Renta nacional de España.

TABLA II.17

## TASA DE PARO SOBRE POBLACION ACTIVA DE LA COMUNIDAD AUTONOMA DE CASTILLA-LEON Y NACIONAL. Julio 1995

PROVINCIAS	PARO REGISTRADO	POBLACION ACTIVA	TASA DE PARO
AVILA	8,669	60,2	14,40
BURGOS	16,006	134,3	11,92
LEON	23,864	190,7	12,51
PALENCIA	9,799	68,5	14,31
SALAMANCA	20,617	132,7	15,54
SEGOVIA	5,069	56,1	9,04
SORIA	2,516	34,6	7,27
VALLADOLID	29,165	196,4	14,85
ZAMORA	11,363	67,5	16,83
TOTAL REGIONAL	127,068	941,0	13,50
TOTAL NACIONAL	2.364.329	15.564,9	15,19

Fuente: Estadística de Empleo (INEM). Julio 1995

Encuesta de Población Activa INE. (en miles). Segundo Trimestre de 1995

**TABLA II.18**  
**TASA DE PARO SOBRE POBLACION ACTIVA DE LA COMUNIDAD AUTONOMA**  
**DE CASTILLA-LEON Y NACIONAL. Julio 1995**  
**SECTOR AGRICULTURA**

PROVINCIAS	PARO REGISTRADO	POBLACION ACTIVA	TASA DE PARO
AVILA	640	9.500	6,74
BURGOS	429	18.400	2,33
LEON	412	31.300	1,32
PALENCIA	444	6.600	6,73
SALAMANCA	440	16.100	2,73
SEGOVIA	435	8.400	5,18
SORIA	90	6.300	1,43
VALLADOLID	1.023	11.900	8,60
ZAMORA	519	15.100	3,44
TOTAL REGIONAL	4.432	123.600	3,59
TOTAL NACIONAL	67.061	1.358.500	4,94

Fuente: Estadística de Empleo (INEM). Julio 1995

Encuesta de Población Activa INE. Segundo Trimestre de 1995

**TABLA II.19**  
**TASA DE PARO SOBRE POBLACION ACTIVA DE LA COMUNIDAD AUTONOMA**  
**DE CASTILLA-LEON Y NACIONAL. Julio 1995**  
**SECTOR INDUSTRIA**

PROVINCIAS	PARO REGISTRADO	POBLACION ACTIVA	TASA DE PARO
AVILA	1.278	6.100	20,95
BURGOS	4.235	33.000	12,83
LEON	4.567	27.700	16,49
PALÈNCIA	1.912	14.800	12,92
SALAMANCA	3.040	11.200	27,14
SEGOVIA	889	7.700	11,55
SORIA	660	7.000	9,43
VALLADOLID	5.463	37.300	14,65
ZAMORA	1.667	6.400	26,05
TOTAL REGIONAL	23.711	151.200	15,68
TOTAL NACIONAL	516.775	2.867.200	18,02

Fuente: Estadística de Empleo (INEM). Julio 1995

Encuesta de Población Activa INE. Segundo Trimestre de 1995

**TABLA II.20**  
**TASA DE PARO SOBRE POBLACION ACTIVA DE LA COMUNIDAD AUTONOMA**  
**DE CASTILLA-LEON Y NACIONAL. Julio 1995**  
**SECTOR CONSTRUCCION**

PROVINCIAS	PARO REGISTRADO	POBLACION ACTIVA	TASA DE PARO
AVILA	1.675	10.000	16,75
BURGOS	1.662	14.100	11,79
LEON	2.938	17.700	16,60
PALENCIA	1.026	5.700	18,00
SALAMANCA	2.715	16.800	16,16
SEGOVIA	435	4.500	9,67
SORIA	186	3.100	6,00
VALLADOLID	2.933	21.600	13,58
ZAMORA	2.311	7.400	31,23
TOTAL REGIONAL	15.881	100.900	15,74
TOTAL NACIONAL	284.212	1.473.800	19,28

Fuente: Estadística de Empleo (INEM). Julio 1995

Encuesta de Población Activa INE. Segundo Trimestre de 1995



TABLA II.21

**TASA DE PARO SOBRE POBLACION ACTIVA DE LA COMUNIDAD AUTONOMA  
DE CASTILLA-LEON Y NACIONAL. Julio 1995  
SECTOR SERVICIOS**

PROVINCIAS	PARO REGISTRADO	POBLACION ACTIVA	TASA DE PARO
AVILA	3.347	30.400	11,01
BURGOS	6.722	61.000	11,02
LEON	10.574	97.300	10,87
PALENCIA	4.759	33.400	14,25
SALAMANCA	10.034	71.100	14,11
SEGOVIA	2624	32.400	8,10
SORIA	1.214	17.100	7,10
VALLADOLID	13.571	101.400	13,38
ZAMORA	4.651	32.000	14,53
TOTAL REGIONAL	57.496	476.100	12,08
TOTAL NACIONAL	1.083.072	8.371.000	12,94

Fuente: Estadística de Empleo (INEM). Julio 1995

Encuesta de Población Activa INE. Segundo Trimestre de 1995

Las características del empleo en la comunidad vienen marcadas por los siguientes factores:

- El carácter regresivo del empleo en el sector agrario, siendo más acelerado en el caso de Castilla y León, aunque sigue teniendo un peso muy importante en la región.  
Estas mismas características se producen en el sector minero.
- El empleo industrial en los últimos años se ha visto afectado de igual forma que a nivel nacional.
- El sector servicios muestra unas tasas de crecimiento y generación de empleo superiores al conjunto del país, debido al déficit importante del mismo en esta comunidad.
- Los porcentajes de paro en la región son menores que la media del país, aumentándose esta diferencia en los períodos en que se incrementa el paro a nivel nacional.
- El porcentaje de desempleo en la región es menor en la población de mayor edad, aumentando a medida que ésta disminuye, debido fundamentalmente a la estructura productiva agraria y al envejecimiento de los núcleos rurales.
- Las provincias de Soria y Segovia son las que tienen unos índices de paro menores, seguidas de Burgos y León. Salamanca, Zamora y Valladolid son las que presentan los porcentajes más elevados, esta última debido a la crisis industrial y al elevado peso de este sector en la provincia.

- Toda la región al igual que a nivel nacional presenta unos índices de paro importantes en el sector de personas sin experiencia laboral previa.

### **2.3.3. *Análisis de los sectores productivos de la región***

#### **Sector Agrario**

Como ya se ha comentado con anterioridad, el sector agrario constituye para la región un carácter fundamental, tanto desde el punto de vista de producción como de población empleada a pesar de los profundos cambios ocurridos en la estructura económica tanto a nivel nacional como regional, manteniendo una buena parte de los rasgos típicos de región agraria, representando en 1.991 el 8,7% del V.A.B de la región, frente al 4,97% del sector a nivel nacional, solo superado por Extremadura (12,41%), Castilla-La Mancha (11,14%) y Andalucía (10,46%), no habiéndose considerado el año 1.993 debido a que por la gran cosecha de cereales obtenida, alcanzó el primer puesto con un 11,7%.

El descenso progresivo de la importancia económica del sector agrícola a nivel nacional, acaecido a partir de los años sesenta, se acusa a un ritmo mayor en la Comunidad de Castilla y León que en el conjunto del país. Ahora bien, al ser esta una región tradicionalmente agraria, se mantiene una fuerte especialización en este sector. En la tabla II.22 se recoge el V.A.B. del sector agrícola por provincias.

**TABLA II.22**  
**V.A.B. PROVINCIAL POR AGRICULTURA.**

	1991 MM Pts	% Nacional	% Regional
AVILA	22.765	0,83	8,38
BURGOS	48.278	1,77	17,76
LEON	42.627	1,56	15,68
PALENCIA	21.753	0,80	8,00
SALAMANCA	31.563	1,16	11,61
SEGOVIA	23.074	0,85	8,49
SORIA	15.106	0,55	5,56
VALLADOLID	31.293	1,15	11,51
ZAMORA	35.349	1,29	13,01
NACIONAL	2.729.757		
REGIONAL	271.808		

Fuente : Elaboracion propia a partir de los datos de Renta nacional de España.

En la década de los sesenta la población rural sufrió un importante descenso como consecuencia de los movimientos migratorios. Este descenso de la población agraria ha continuado durante las siguientes décadas, aunque la población empleada siguió siendo superior a la del sector industrial hasta finales de los años ochenta. En 1.991 la población agraria de la comunidad era de 146.600 (17,5%) empleados, frente a 163.800 de la industria, mientras que en 1.985 eran 216.300 (26,7%) frente a 165.600.

En relación con el empleo, todas las provincias con la excepción de Valladolid, tienen una población agraria superior a la media nacional, destacando que en Avila, León, Segovia, Soria y Zamora, la población agraria supera en gran medida la empleada en el sector industrial, con porcentajes superiores a la media nacional y regional.

Es de destacar que las provincias de Burgos y Valladolid, donde el desarrollo industrial es más importante, presentan una productividad más elevada en el sector agrícola, debido a la existencia de una agricultura más moderna, con incorporaciones técnicas y científicas que permiten alcanzar mayores rendimientos, frente a otras provincias con una agricultura más tradicional y menos desarrollada.

La distribución de la superficie agraria en la región es la siguiente:

- Tierras de cultivo	44%
- Prados y pastizales	17%
- Forestal	23%
- Otros	16%

Dentro de las tierras de cultivo la mayoría corresponden a cultivos herbáceos, próximos al 60%. Otro aspecto a destacar es que las tierras de secano representan casi un 90% del total, siendo Burgos , Valladolid y Zamora las que aportan mayores superficies.

Los prados y pastizales representan un porcentaje pequeño de la superficie agraria, correspondiendo a estos últimos el porcentaje más significativo con un 70%, destacando Avila, León y Salamanca.

El terreno forestal esta reducido fundamentalmente a zonas de montaña, repartiéndose de forma homogénea entre sus tres componentes básicos, monte maderable, monte abierto y monte leñoso, siendo el primero de ellos el que presenta una mayor superficie, próxima al 40%, debido a la política de repoblación. Las provincias más significativas son León, Soria, Salamanca y Burgos.

La distribución de la tierra viene determinada por un cierto desequilibrio, con un marcado predominio de las explotaciones menores de 10 hectáreas, que representan mas del 50% del número existente, mientras que las mayores de 100 hectáreas solo representan el 4,5%. Sin embargo, las explotaciones pequeñas sólo disponen del 6,3% de la superficie de la tierra frente al 58% de las de mayores dimensiones. Las explotaciones de tamaño medio, entre 10 y 100 hectáreas, representan un número muy bajo comparadas con las dos anteriores.

Las características anteriormente indicadas se modifican de forma muy importante si en lugar de tomar la superficie total, se toma como referencia la superficie agraria utilizada, de forma que las explotaciones medias pasan a disponer del 52%, y las grandes disminuyen su porcentaje hasta el 40%.

Esto indica que en las grandes explotaciones predominan las dehesas con aprovechamiento ganadero y forestal, como ocurre en Avila y Salamanca.

El régimen de explotación agraria se encuentra en su mayor parte en forma de propiedad, con un 68,5%, seguida de arrendamiento con un 25%, y con unos porcentajes, inferiores al 3% en todos los casos, en otros regímenes como pueden ser aparcería o comunal.

El sector agrario castellano - leonés, se encuentra muy repartido entre la producción agrícola y ganadera, que representan más del 90% del total, mientras que la forestal no llega al 3%.

En la distribución de la superficie cultivada, entre los diferentes tipos de cultivo destaca el cereal, con un 79%, lo que supone un 30% de la superficie nacional dedicada a este cultivo y una proporción similar en la aportación a la producción del país, seguido de cultivos industriales con un 7,5%, y por el forrajero con el 5,55%. Cultivos menores pero tradicionales como las leguminosas y la vid se encuentran entre el 2-3%, con una tendencia regresiva. Si la valoración se realiza por producción, los cereales suponen aproximadamente el 36%, con unos valores muy próximos tanto de los cultivos industriales como de los forrajeros.

Dentro de los cereales destacan el trigo y la cebada, que representan un 80% de la superficie y un 90% de la producción, aumentando progresivamente la importancia de la segunda, duplicando la superficie y producción del trigo. Dentro de la región destacan las provincias de Burgos, Valladolid y Palencia con mas del 50% de la producción regional.

Los cultivos industriales representan una pequeña parte de la superficie agrícola, pero con una gran relevancia en la producción. El 95% de la superficie se reparte entre la remolacha azucarera y el girasol, con unos porcentajes similares, aunque desde el punto de vista de productividad la remolacha obtiene unos rendimientos muy superiores al encontrarse en zonas de regadío, mientras el girasol lo hace preferentemente en secano. La producción de la remolacha azucarera supone aproximadamente el 50% de la nacional, siendo la región con mayor superficie dedicada a este cultivo y la de mayor productividad, destacando Valladolid, con el 15% de la producción nacional, seguida de León.

El cultivo del girasol se efectúa en tierras de secano y campiña arenosa, y a pesar de la superficie ocupada, la producción representa una parte muy pequeña de los cultivos industriales, del orden del 3%. Las provincias de Segovia y Salamanca representan el 40% de producción de la región.

Los cultivos forrajeros, con una superficie del 5,5%, tienen una participación en la producción próxima a la del cereal y a la de los cultivos industriales. Dentro de estos cultivos destaca la alfalfa, que representa más del 20% de la producción nacional, fundamentalmente situada en Valladolid con el 21% regional, León y Palencia con el 19% y Zamora con el 15%. En segundo lugar, pero con un porcentaje de participación muy inferior, se sitúan los cereales de invierno dedicados para forraje, concentrándose en las provincias ganaderas, donde destaca Salamanca con el 60% de la producción regional.

La producción ganadera de la región supera la producción final agraria de la misma, sufriendo un incremento notable en las últimas décadas, con un índice de crecimiento en este período superior a la media nacional, y siendo la



comunidad autónoma con mayor participación a nivel nacional, contando con más del 20% de la cabaña ganadera del país

Dentro de la cabaña regional destaca el ganado ovino, que representa el 55% de las cabezas de la región y supera el 25% del censo nacional. En su distribución por provincias destaca Salamanca, con el 31%, seguida por Zamora con el 17%.

El ganado porcino representa el 25% del presente en la comunidad, con una participación del 16% a nivel nacional, encontrándose fundamentalmente en las provincias de Segovia y Salamanca.

Finalmente, el ganado bovino representa un 12% de la cabaña regional, con aumento en la población en números absolutos, pero bajando en términos relativos por el mayor crecimiento de los indicados anteriormente, siendo la región de mayor aportación al censo nacional, con un 22%, encontrándose fundamentalmente en las provincias de Salamanca y Zamora.

De acuerdo con la producción ganadera de la región, los productos derivados de ella serán la producción de leche y carne, únicamente superada por Galicia en el primero y por Cataluña en el segundo, a nivel nacional.

La producción de carne de porcino constituye el principal componente a nivel regional, seguida de la carne de bovino y aves.

## Sector industrial

Tradicionalmente la región castellano leonesa ha estado especializada en unos pocos sectores industriales como son la minería, electricidad, alimentación, madera, vidrio, cerámica, cemento y algunos transformados metálicos, aunque en alguna provincia concreta se disponga de otro tipo de industria como papel o textil, y desde los años sesenta, de material de transporte, derivados del caucho, plásticos, química, etc.

El sector de productos energéticos y agua representa algo menos del 15% del empleo y aproximadamente del 10% del V.A.B. de este sector en nuestro país, mientras la productividad supone un 21% de la región. La localización de este sector se encuentra fundamentalmente en las provincias de Zamora, Salamanca y León, las dos primeras debido a que su orografía natural ha favorecido la producción de energía eléctrica con una productividad elevada, pero una baja generación de empleo; así como con una gran dificultad en seguir creciendo. En el caso de León, al estar representado este sector por la minería de productos energéticos, supone un 58% de la actividad industrial, pero con una ocupación del 47% del empleo industrial provincial. En los últimos años, el coste de los carbones de León ha sufrido un incremento debido a que al agotarse los yacimientos tradicionales ha sido preciso ir a niveles más profundos, con el encarecimiento correspondiente.

La minería y los productos no férreos representan un 7,5% del empleo industrial de la región y una aportación del 5,5% al V.A.B. de este sector a nivel nacional, con una localización dispersa en León, Palencia, Segovia, y en menor medida Burgos y Avila. Es de destacar la fabricación de vidrio en Segovia.

El sector de material de transporte es en el que más se encuentra especializada la región, al representar el 18% del sector industrial y el 17% a nivel nacional; encontrándose ubicado fundamentalmente en Valladolid, con el 40% del empleo industrial regional, Palencia con el 22% y en mucho menor escala en Avila, representando más del 13% del empleo en la región.

El sector del caucho y plástico representa un 5% del empleo de la región y algo menos del 6% del V.A.B., encontrándose centrado en Burgos y Valladolid, con un 75% del empleo del sector debido fundamentalmente a la presencia de las fábricas de neumáticos de Michelin en Aranda de Duero y Valladolid. El resto está muy disperso en el resto de las otras siete provincias castellano - leonesas.

El sector de la madera, corcho y fabricación de muebles tiene escasa importancia a nivel regional, representando el 7,5% del empleo y el 4% de la producción, aunque al encontrarse distribuido por provincias muy poco industrializadas, a excepción de Burgos, representa unos volúmenes de empleo industrial importantes a nivel local; así se tiene a Soria con un 28%, y a Avila y Segovia con el 16%. Este sector en la región se ve seriamente afectado por la reducida dimensión de sus empresas.

Otro tipo de industrias tienen interés a nivel provincial, como la química, papel y artes gráficas en Burgos, con un 13% del empleo industrial, o el 30% del empleo industrial en el sector textil de Salamanca, pero con muy poco peso en la producción nacional e incluso regional.

En cuanto al sector textil y calzado en Salamanca se ve afectado por el minifundio industrial que presenta.

De todo lo indicado anteriormente se deduce la existencia de tres zonas industriales, Valladolid, Palencia y Burgos, estando las dos primeras muy especializadas en el sector del automóvil, y la tercera con un tipo de industria más diversificada. En cuanto a producción de energía eléctrica, ésta se encuentra en Salamanca, Zamora y de minerales energéticos en León. Esta enorme especialización industrial provincial lleva consigo que casi todo un sector productivo esta localizado en una provincia determinada de manera que lo que ocurra en ese sector influirá de forma decisiva en la vida provincial. Este fenómeno es muy acusado con la fabricación de automóviles en Valladolid o la minería de León.

Los sectores que pueden provocar cambios radicales en la situación industrial de Castilla y León, fundamentales en la actividad de cada provincia son:

- Sector del automóvil en Valladolid y en menor medida en Palencia.
- Extracción de minerales en León
- Fabricación de caucho e industria manufacturera en Burgos.
- Madera, corcho y muebles en Avila y Segovia.
- Textil y calzado en Salamanca.
- Papel en Burgos y provincias de riqueza forestal como Soria y Segovia.

## Sector Industria agroalimentaria

El sector agroalimentario es una pieza clave dentro de la economía tanto a nivel nacional como regional, siendo el principal sector generador de empleo y valor añadido de la CEE. A nivel nacional, la industria alimenticia representa un 20% del total de trabajadores de la industria y el sector agrario como sector primario, el 16% de la población activa.

A nivel regional, la agroindustria representa el 20% de la actividad industrial y el mismo porcentaje de la población activa, aportando el 8,8% del V.A.B. del sector a nivel nacional.

Los factores más importantes que afectan a este sector en la comunidad de Castilla y León son:

- Pequeño tamaño de las industrias, encontrándose muy atomizado; así se tiene que dentro de las cincuenta empresas más importantes de este sector a nivel nacional, sólo dos se encuentran establecidas en esta comunidad.
- Una parte importante de la producción agraria se exporta a otras regiones donde tiene lugar su industrialización y comercialización, no generando en consecuencia empleo industrial local.
- La orografía y los medios de transportes de la región son un factor limitante del crecimiento y productividad.

- Falta de experiencia empresarial en este sector dentro de la región, así como deficientes técnicas de organización y gestión, fruto de su carácter localista y falta de competencia.
- Escasa formación profesional a todos los niveles en las plantillas de trabajadores de este sector industrial.
- Escasas redes de distribución, falta de implantación de marcas, campañas comerciales y marketing.

Dentro de este sector se encuentran subsectores como los embutidos y jamón curado, leche y sus derivados, vinícola, galletas y derivados de cereales, etc.

#### Sector construcción

El sector de la construcción en la Comunidad de Castilla y León tiene una importancia reducida tanto a nivel nacional como regional y su evolución a lo largo de los últimos años apenas presenta variaciones, debido fundamentalmente al estancamiento del crecimiento de la población. La productividad y porcentaje de empleo en el sector, con ligeras fluctuaciones a lo largo del tiempo, es próxima a la media nacional.

Dentro de la región destaca Avila, en la cual este sector representa algo menos del 10% de participación en la producción provincial, y con menor importancia Palencia y Salamanca, marcando los mínimos Valladolid y Burgos que se quedan en porcentajes próximos al 5%.

### Sector servicios

La región castellano - leonesa tiene una falta de especialización importante en el sector servicios, de tal forma que la contribución regional al conjunto del estado apenas sobrepasa el 5% del total, sucediendo lo mismo en materia de empleo, ya que la aportación de Castilla y León es inferior al 6% del trabajo nacional, con un índice de especialización del 78% sobre la media nacional y un 55% del PIB regional.

Por subsectores, Castilla y León solo aparece especializada por encima de la media nacional en los servicios públicos, (Salamanca, Burgos y León), enseñanza y sanidad privada, (en todas las provincias excepto León y Burgos).

Ninguna de las provincias muestra especialización en comercio debido a la pérdida progresiva de importancia de la región frente a la media nacional así como al estancamiento del crecimiento de la población y el envejecimiento de la misma, lo que conlleva menores niveles de renta, y disminuye la capacidad de compra de sus habitantes, haciendo difícil el desarrollo del sector. Por otra parte predominan los pequeños establecimientos, lo que lleva consigo una gran dificultad de expansión.

En el sector de la hostelería y turismo en general, al tratarse de una región incardinada, mientras que este sector se ha dirigido fundamentalmente a zonas costeras, existe una notable falta de demanda y en consecuencia un bajo nivel de desarrollo y empleo. En consecuencia, tanto el número de establecimientos como de camas ofrecidas está muy por debajo de la media nacional, siendo por otra parte la calidad baja, al existir una oferta relativamente importante

en hostales y hoteles de baja categoría y en cambio una oferta muy baja en hoteles de categorías altas.

Alguna provincia muestra un cierto grado de especialización en determinados sectores; así. en el subsector de recuperación y reparación, Burgos presenta una actividad importante en la región, aunque no llega al 1% del empleo nacional en este subsector; el transporte en León, con una aportación del 1,3% y las ventas en Valladolid y Avila con un 2% del empleo de este sector en el conjunto nacional. El único subsector con una clara especialización debido a la alta capacidad de ahorro de la región es el de entidades de crédito y seguros en Burgos, Palencia, Segovia, Soria y Zamora, pero con muy poca importancia en el empleo a escala nacional lo que lleva consigo una elevada rentabilidad.

La concentración en Burgos, León, Salamanca y Valladolid del 80% del empleo total de los subsectores de consumo, transportes, ventas y un 70% de los servicios, muestran una disparidad de distribución dentro de sus limitaciones.

#### **2.4. Las condiciones socioeconómicas en la Comunidad de Castilla y León y la Directiva 91/271/CEE**

Los condicionantes socioeconómicos presentes en la actualidad en la comunidad de Castilla y León van a tener una gran importancia a la hora de aplicar la directiva 271/91/CEE, tanto por la posición de partida como por la aplicación de la misma en la región.



Entre estos factores hay que tener en cuenta los siguientes:

- Debido a la pérdida de importancia económica, así como a su baja rentabilidad al tener la agricultura un peso específico muy importante, la región castellano - leonesa va a precisar ayudas económicas elevadas para llevar a cabo la financiación de la infraestructura precisa para la construcción, tanto de colectores, como plantas depuradoras de las aguas residuales.
- La especialización en el sector primario conlleva una falta de cultura en el sector industrial, construcción y servicios, lo que va a suponer la necesidad de formar personal a todos los niveles, tanto para la construcción, operación, mantenimiento, y prestación de servicios en esta actividad.

El desarrollo de una agricultura industrial, sobre todo en las provincias de Valladolid y Burgos, (y es de esperar que en el futuro también en las restantes), lleva consigo la utilización de grandes consumos de agua para regadíos, en la mayor parte de las veces procedentes de captaciones a cauces públicos, lo que conlleva variaciones del caudal de los cauces, aumentando el impacto de los vertidos existentes, así como incrementando las necesidades de calidad que en determinadas zonas no se dan en estos momentos.

- Aunque no recogida por la Directiva, un tipo de contaminación que afecta a la región es la contaminación difusa, debida a una utilización muy importante de abonos y productos fitosanitarios en el campo al ser una región con un peso específico muy importante del sector agrario.

Esta utilización puede dar lugar a contaminaciones en suelos y aguas subterráneas.

- La baja densidad de la población, sobre todo en zonas rurales, muy marcada en casi todas las provincias, da lugar a la necesidad de un gran número de actuaciones.

Por otra parte, en estos núcleos de población reducida, los sistemas de tratamiento a utilizar no tienen ni los rendimientos, ni las garantías de control de las instalaciones de mayor capacidad, al no poder disponer de sistemas de control y personal apropiado.

- Al tratarse de actuaciones para núcleos de población reducidos, las instalaciones no se ven favorecidas por la economía de escala, con lo que la inversión total por habitante es elevada comparada con otras regiones del territorio nacional.

Igualmente, los costos de explotación y mantenimiento por habitante y año serán mayores que en otras regiones.

Esto va a llevar consigo un importante esfuerzo tanto de las Administraciones locales como Autonómicas, no sólo en la construcción sino también en el mantenimiento y explotación posterior de las estaciones de depuración.

- El éxito de una estación depuradora de aguas residuales, además de basarse en un diseño acorde con las necesidades precisas, una construcción adecuada, y una explotación y mantenimiento correctos,

requiere, como cualquier instalación industrial, un control analítico no sólo de las materias primas, que en este caso es el agua residual, y del producto terminado, que en la depuradora es el efluente final, sino también de los procesos intermedios que configuran la depuración. Este control químico y biológico en las instalaciones grandes y en las de tamaño medio en parte va a ser realizado por personal propio, no siendo esto factible en las pequeñas instalaciones, que son la mayoría de las actuaciones en esta Comunidad.

Si se tiene en cuenta que debido a la distribución y densidad de la población en la región, se precisarán una gran cantidad de instalaciones de pequeño tamaño a realizar, se presenta el problema de cómo llevar a cabo los controles precisos, siendo necesario recurrir al control en laboratorios exteriores, no existiendo en la zona actualmente en número suficiente ni homogéneamente distribuidos, laboratorios de análisis químicos y biológicos especializados, homologados por la Administración en el tipo de determinaciones que las plantas depuradoras van a requerir; máxime si se tiene en cuenta la extensión geográfica de la región, así como la red viaria de la misma.

- De las nueve capitales de provincia, solamente Burgos (actualmente en fase de ampliación y modificación), Segovia, Avila y Soria tienen plantas depuradoras con tratamiento suficiente como para no requerir inversiones en ellas. Salamanca sólo dispone de tratamiento primario (no conforme con la Directiva) y el resto carece de cualquier tipo de instalación.

- Por otra parte, en la mayoría de los casos, la infraestructura de la red de colectores es muy antigua y con grandes problemas, lo que requerirá unas inversiones cuantiosas en los mismos. Como ejemplo y de acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento, las actuaciones en los colectores en Valladolid suponen un montante estimado de 5.200 MM, y en el caso de Salamanca de 1.466 MM de pesetas.
- La importante cabaña ganadera en la región, sobre todo de vacuno y porcino, (el ovino y caprino a pesar de su elevado número, sobre todo del primero, no tienen una gran relevancia desde el punto de vista de contaminación, al no estar estabulados y en consecuencia no existir vertidos importantes a las redes de colectores municipales), lleva consigo que la población equivalente sea muy superior a la población de derecho existente en un gran número de núcleos rurales, lo que da lugar a que un número importante de municipios de población menor de 2.000 habitantes, y que por su censo no precisarían instalaciones de depuración, según la Directiva, se vean obligados a realizarla debido a la presencia ganadera.

A título de ejemplo citaremos los casos de Lomas en la provincia de Palencia con una población de derecho de 64 habitantes y una población equivalente debido a la ganadería de 4.933 habitantes equivalentes, o de Villadunciel (Salamanca) y Roda de Eresma (Segovia), que teniendo una población de derecho de 97 habitantes cada una, disponen de una población equivalente ganadera de 7.820 y 7.710 respectivamente.

Esto va a suponer, de acuerdo con las estimaciones del Plan Regional de Saneamiento de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio, unas inversiones entre colectores y plantas de tratamiento de 120, 190 y 206 MM de pesetas respectivamente, con unos costes de explotación y mantenimiento anuales estimados igualmente por el mencionado plan de 6,3, 9,9 y 9,7 MM de pesetas anuales.

Tanto los gastos de explotación y mantenimiento, como la parte referente a la construcción que corresponde al municipio, no van a poder ser sufragados por los mismos, precisando encontrar una solución financiera para estos casos.

- Al estar formada la cabaña ganadera fundamentalmente por instalaciones pequeñas y medianas, las posibilidades de tratamiento en plantas depuradoras propias no parece que sea viable en muchos casos, con lo que se agrava la situación en las plantas depuradoras urbanas correspondientes.
  
- La industria agroalimentaria, excepto algunas contadas instalaciones, está formada por pequeñas industrias, muchas veces de tipo local y casi artesanal, lo que supone no disponer de potencial técnico ni económico para afrontar de una manera eficaz el tratamiento de las aguas residuales que generan, para introducir cambios tecnológicos de minimización de vertidos o para la recuperación de productos que disminuyan la contaminación generada.

Por otra parte, sobre todo las pequeñas industrias agroalimentarias vierten en muchos casos a los colectores municipales, al encontrarse ubicadas dentro de los núcleos urbanos, lo que lleva consigo un incremento notable de la población equivalente.

- Al ser una región con un grado de industrialización bajo, excepto en algunas zonas muy localizadas, como Valladolid, Burgos, Palencia, Aranda de Duero y Miranda de Ebro, la población equivalente industrial no es excesivamente elevada.

Igualmente hay que tener muy en cuenta que la obtención de energía eléctrica a partir de centrales hidráulicas supone una parte muy importante de la producción industrial de la región castellano leonesa, fundamentalmente en Salamanca y Zamora, no siendo ésta una actividad potencialmente contaminante.

La extracción de carbón en las provincias de León y Palencia produce una contaminación importante, localizada en áreas concretas, difícil de solucionar si se tiene en cuenta la situación económica de la minería en la región.

Por otra parte, la existencia de pequeñas industrias distribuidas de forma dispersa, conlleva la misma problemática indicada anteriormente para la industria agroalimentaria.

- Al encontrarse una parte de la industria regional muy concentrada en puntos muy concretos y determinados, esto lleva consigo unas cargas de contaminación importantes en espacios de cauce reducidos.

Esto es especialmente grave para las pequeñas y medianas industrias, ubicadas en polígonos, ya que las factorías importantes, o disponen de instalaciones de depuración o bien tienen capacidad técnica y financiera para abordar la solución adecuada. Es de indicar, como ya se ha indicado anteriormente, que la pequeña industria se encuentra localizada por lo general en polígonos industriales, con vertido a los colectores municipales, lo que representa un incremento de la población equivalente del municipio y en consecuencia la necesidad de plantas depuradoras de un tamaño considerablemente mayor al preciso de acuerdo con su población de derecho.

En el caso de Burgos, según el Plan Regional de Saneamiento su población de derecho es de 169.279 habitantes, y la población equivalente industrial representa 236.522; y en Palencia, con un censo de 81.905 habitantes, la población equivalente debida a la industria supone 62.493 habitantes equivalentes.

La presencia de actividad industrial dentro de los núcleos urbanos, o en polígonos industriales próximos a ellos y que viertan a colectores municipales que terminen en una depuradora urbana, originará la promulgación de ordenanzas municipales y el desarrollo de la gestión integral del agua; de forma que se lleve a cabo el control de la cantidad y calidad de los vertidos, comprobando que éstos no van a afectar ni a la seguridad de las personas, ni a la integridad de los procesos descontaminadores de las instalaciones; así como establecer y hacer efectivo el cobro de los cánones de saneamiento que a los efectos se establezcan.

Estos sistemas de gestión integral del agua van a suponer la necesidad de personal especializado para funciones de inspección, así como de control y análisis de los vertidos industriales a colectores municipales.

Para determinadas industrias va a ser precisa la realización de procesos de pretratamiento de las aguas, con el fin de adecuar sus vertidos a las características de los sistemas de depuración de la planta municipal, de manera que no creen problemas, tanto en la red de recogida como en la propia depuradora. Esto va a dar origen a la actuación de empresas especializadas en este campo de actividad, que por tratarse en muchas ocasiones de actuaciones de bajo costo económico, deberán ser de tipo local o regional.

- La baja implantación del sector servicios, fundamentalmente en subsectores como la Consultoría, Ingeniería, Servicios de mantenimiento y conservación de instalaciones industriales, unido a las necesidades que de los mismos va a requerir la implantación de la Directiva, va a precisar un desarrollo importante de esos subsectores, o bien una satelización de las Comunidades Autónomas más próximas como pueden ser la de Madrid o País Vasco, cada una con su determinada zona de influencia por proximidad geográfica con Castilla y León.

Igualmente, el subsector del comercio, y dentro de éste, la baja implantación de establecimientos dedicados al suministro de maquinaria, repuestos industriales y reparaciones, puede ocasionar problemas importantes en el mantenimiento y explotación de las nuevas instalaciones de depuración, en el caso de que no tenga lugar un desarrollo importante de los mismos.



En el gráfico II.3 se encuentran recogidos los datos por provincias correspondientes a la población equivalente, procedentes del número de habitantes de derecho, ganadería e industria.

Todo lo indicado anteriormente va requerir no sólo un esfuerzo económico importante en la realización de infraestructuras, sino también en el mantenimiento y conservación de las mismas, así como una mentalización y preparación de personal a todos los niveles, para hacerse cargo de las instalaciones y servicios que dichas infraestructuras van a precisar, pues no se trata de construir e inaugurar colectores y plantas depuradoras, sino de alcanzar el fin último para el que se ejecutan, que es la obtención de una calidad tal en el vertido final al cauce receptor, que los mantenga con unos índices de calidad apropiados.



## HABITANTES EQUIVALENTES. CASTILLA-LEON

Poblaciones de más de 4.000 hab. eq.

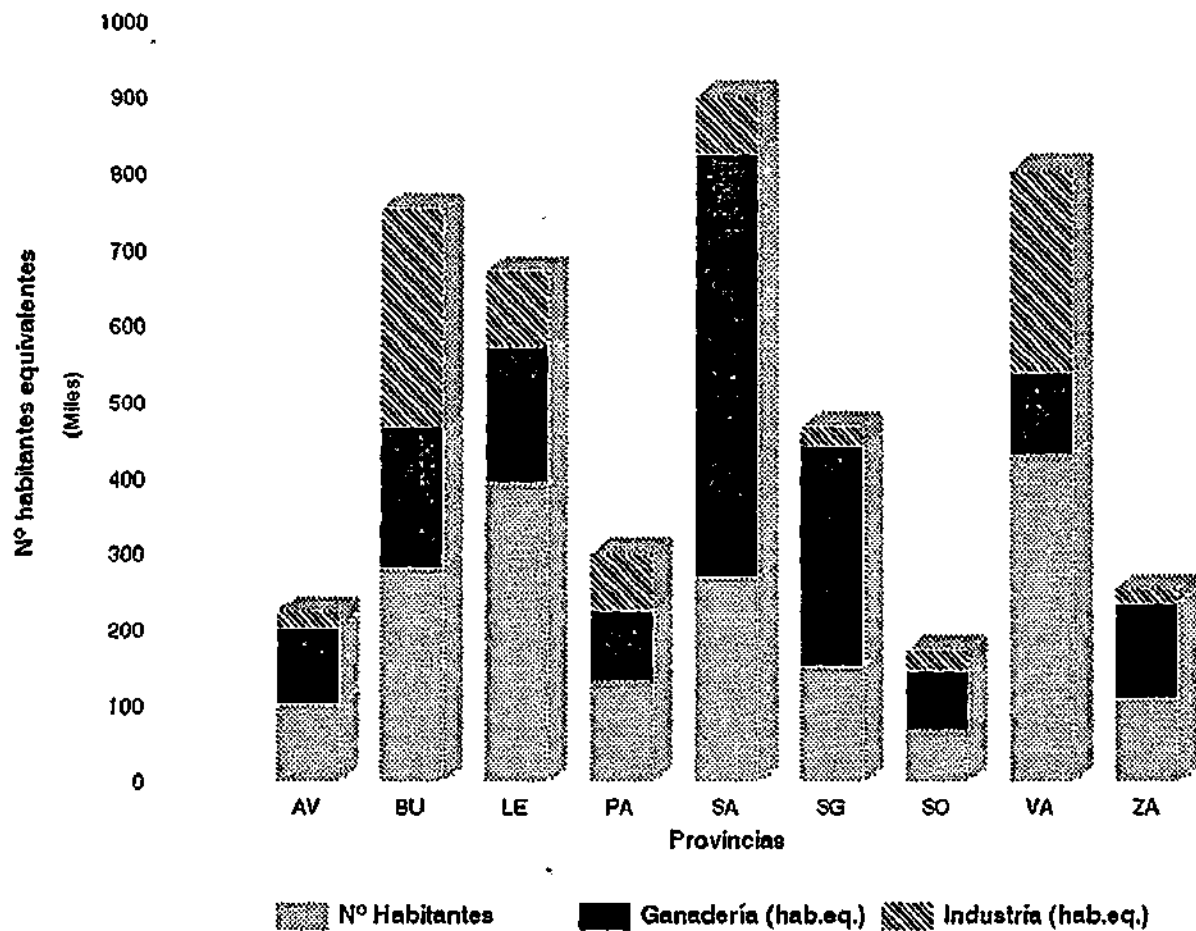


GRAFICO II.3

**CAPITULO III**

**LEGISLACION APLICABLE**

## ***CAPITULO III: LEGISLACIÓN APLICABLE***

### ***3.1. Unión Europea***

Con objeto de proteger la calidad de los recursos hídricos, los distintos gobiernos de los países más industrializados vienen legislando para la prevención y control de los vertidos, aplicando, en general, un doble enfoque: el establecimiento de normas de emisión de vertidos y la definición de objetivos de calidad en los medios receptores en función de los usos del agua.

Así, la Comunidad Europea cuenta con distintas Directivas relacionadas con objetivos (consumo humano, baño, vida piscícola, etc) y otras que establecen límites para ciertos elementos contaminantes (mercurio, cadmio, organoclorados, etc).

En 1988 la Comunidad Europea emprendió diversas iniciativas para conseguir una nueva y más efectiva política comunitaria en relación con la preservación de los recursos hídricos. En su resolución de 28 de junio de 1988, el Consejo de Medio Ambiente pidió a la Comisión que propusiera medidas comunitarias para el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

El interés general en la calidad de los vertidos de las aguas residuales de origen urbano se debe a los efectos perjudiciales sobre el medio ambiente de los efluentes que, en muchos casos, producen contaminación porque no son tratados de forma adecuada. Dentro de la Comunidad, se producen más vertidos de aguas residuales municipales que de cualquier otra fuente.

El volumen de dichos vertidos varía según provengan de pequeños núcleos de población de unos cientos de habitantes o de grandes ciudades. Se realizan vertidos en todas las zonas comunitarias que interesan al medio hídrico: mares, estuarios, ríos, lagos y arroyos.

Según un estudio elaborado en 1984, en los 10 estados miembros se contabilizaban un total de 30.000 plantas depuradoras urbanas, de las que más de 1.200 servían a poblaciones de más de 50.000 habitantes y al menos 32 a ciudades de más de medio millón de personas. No obstante, sólo el 45 por ciento del total de la carga orgánica era tratada por entonces.

Los efectos perjudiciales de las aguas residuales urbanas vertidas sin depurar o deficientemente tratadas van, desde la transmisión de enfermedades por vía hídrica como consecuencia más grave, hasta la pérdida de la capacidad de uso recreativo; pasando por la modificación de las formas de vida habitualmente presentes en un medio acuático, inutilización para pesca o cultivo de determinadas especies, inutilización para consumo industrial, etc.

Es preciso además, considerar la aportación de la industria a las aguas residuales municipales. Por razones históricas, los vertidos industriales, a menudo sin tratamiento previo, se eliminan a través de los sistemas de colectores y las depuradoras urbanas. Como resultado, a menudo los efluentes de éstas no cumplen las condiciones satisfactorias y los lodos generados no reúnen los requisitos para ser evacuados, y/o reutilizados.

Finalmente, cabe señalar que durante los años 80, la eutrofización (el aumento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno y/o fósforo, lo que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores,

produciendo desequilibrios entre los organismos presentes en el agua y la calidad de la misma) se convirtió en uno de los principales problemas de las aguas de la Comunidad, tanto de aguas marinas, como de algunos ríos y lagos. La necesidad de la actuación comunitaria se ve reforzada por el desplazamiento de los nutrientes de unos países a otros, tanto en las aguas dulces como en los mares.

### **3.1.1.            *La Directiva 91/271/CEE***

El objetivo de la Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, es la protección del medio hídrico en relación con los vertidos que se originan a través de los colectores municipales. Con esta finalidad, la norma regula una serie de aspectos directamente ligados a la contaminación originada por los núcleos de población, estableciendo un conjunto de obligaciones para los estados miembros que suponen la necesidad de que éstos incrementen significativamente sus respectivas infraestructuras de prevención y corrección de los vertidos y aumenten los recursos humanos, económicos y técnicos destinados a tal fin.

La Directiva regula básicamente los siguientes aspectos:

**\*            Aguas residuales urbanas:**

- La recogida
- El tratamiento
- El vertido

\* Aguas residuales de determinados sectores industriales:

- El tratamiento

- El vertido

\* Lodos

Fijando distintos objetivos en función del tamaño de los núcleos de población. Estos se cuantifican según el número de habitantes equivalentes, para lo cual establece previamente que un habitante equivalente (en adelante h-e) genera diariamente una carga orgánica biodegradable, medida como DBO5, de 60 g.

Así mismo, la norma comunitaria concede singular importancia a los crecientes procesos de eutrofización, estableciendo la obligación de que los estados miembros determinen los medios acuáticos (lagos de agua dulce naturales, otros medios de agua dulce, estuarios y aguas costeras) que merezcan la calificación de "zonas sensibles" en virtud tanto de su situación eutrófica como del riesgo de eutrofización que presenten. El plazo que la Directiva concede a los estados miembros para la determinación de las zonas sensibles finalizó el 31 de diciembre de 1993.

Por otra parte, y con la misma fecha límite para su identificación, los estados miembros deberían identificar las zonas menos sensibles, en las cuales se aceptaría un tratamiento menos riguroso en determinados casos, siempre y cuando se demostrara que el medio ambiente no fuese afectado negativamente. La relación de zonas calificadas como menos sensibles deberá revisarse cada cuatro años.

## **Aguas residuales urbanas**

### **Recogida**

La Directiva fija la obligatoriedad de que las aglomeraciones urbanas de los estados miembros dispongan de sistema de colectores en los siguientes plazos:

a) En general, sin especificar el tipo de medio receptor:

- Núcleos con más de 15.000 h-e: antes del 31 de diciembre del año 2000
- Núcleos que tengan entre 2.000 y 15.000 h-e: antes del 31 de diciembre del año 2005

b) Cuando el medio receptor se considere "zona sensible":

- Nucleos de más de 10.000 h-e: antes del 31 de diciembre de 1998

Los colectores deberán construirse y mantenerse según el volumen y características de las aguas residuales urbanas, considerando la prevención de escapes y la restricción de la contaminación de las aguas receptoras por el desbordamiento de las aguas de tormenta.



## **Tratamiento y vertido**

La finalidad del tratamiento de los vertidos es reducir su carga contaminante hasta valores admisibles por el medio receptor, en consecuencia, la Directiva distingue entre las distintas capacidades de asimilación de los diferentes medios acuáticos y la magnitud de los impactos según procedan de núcleos de población grandes o pequeños.

De manera simplificada, el tratamiento a que se somete en general a los vertidos de origen urbano está dirigido a eliminar sólidos en suspensión (tratamientos físicos o primarios) y materia orgánica (tratamientos biológicos o secundarios).

La presente Directiva contempla además el empleo en determinados casos de tratamientos más rigurosos que los anteriores, para eliminar nutrientes, fundamentalmente compuestos de nitrógeno y/o fósforo (tratamientos terciarios).

Los plazos fijados por la Directiva para establecer los correspondientes tratamientos, según el medio receptor, son:

a) **Vertidos al medio hídrico en general:**

- Los núcleos de población que representen más de 15.000 h-e contarán con tratamiento secundario de sus vertidos antes del 31 de diciembre del año 2000, cumpliendo los requisitos establecidos en la Tabla III.1.
- Los núcleos de población comprendidos entre 10.000 y 15.000 h-e, contarán con tratamiento secundario de sus vertidos antes del 31 de diciembre del año 2005, debiendo cumplir dichos vertidos los requisitos de la Tabla III.1.

**b) Vertidos en aguas dulces y estuarios:**

- Los núcleos de población comprendidos entre 2.000 y 10.000 h-e deberán someter sus vertidos a tratamiento secundario antes del 31 de diciembre de 2005, debiendo cumplir dichos vertidos los requisitos de la Tabla III.1.
- Los núcleos de población menores de 2.000 h-e deberán someter sus vertidos a un tratamiento adecuado para respetar los objetivos de calidad del medio receptor, antes del 31 de diciembre del año 2005

**c) Vertidos a zonas sensibles:**

- Los núcleos de población que representen mas de 10.000 h-e deberán someter sus vertidos a un tratamiento más riguroso que los casos anteriores, antes del 31 de diciembre de 1998, debiendo cumplir dichos vertidos los requisitos de las Tablas III.1 y III.2

**d) Vertidos en aguas costeras:**

- Los núcleos de población menores de 10.000 h-e deberán someter sus vertidos a un tratamiento adecuado para respetar los objetivos de calidad del medio receptor antes del 31 de diciembre del año 2005

En la Tabla III.3 se resumen los objetivos de la Directiva 91/271/CEE relativos al tratamiento de aguas residuales urbanas y los plazos para su consecución

**TABLA III.1**

**REQUISITOS DE LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS**

PARAMETROS	CONCENTRACION	PORCENTAJE MINIMO DE REDUCCION (1)
Demanda bioquímica de oxígeno, (DBO5 a 20 °C) sin nitrificación (2)	25 mg/l O2	70-90  40 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4
Demanda química de oxígeno (DQO)	125 mg/l O2	75
Total de sólidos en suspensión	35 mg/l (3)  35 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (más de 10.000 h-e)  60 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (de 2.000 a 10.000 h-e)	90 (3)  90 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (más de 10.000 h-e)  70 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (de 2.000 a 10.000 h-e)

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada

(2) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre DBO y el parámetro sustitutivo

(3) Este requisito es optativo

Fuente: Directiva 91/271 CEE

**TABLA III.2**  
**REQUISITOS DE LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS**  
**REALIZADOS EN ZONAS SENSIBLES**

PARAMETROS	CONCENTRACION	PORCENTAJE MINIMO DE REDUCCION (1)
Fósforo total	2 mg/l P (de 10.000 a 100.000 h-e) 1 mg/l P (más de 100.000 h-e)	80
Nitrógeno total (2)	15 mg/l N (de 10.000 a 100.000 h-e) 10 mg/l N (más de 100.000 h-e) (3)	70-80
<p>(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada</p> <p>(2) Nitrógeno total equivale a la suma de nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico + NH<sub>3</sub>), nitrógeno en forma de nitrato (NO<sub>3</sub>) y nitrógeno en forma de nitrito (NO<sub>2</sub>).</p> <p>(3) Alternativamente el promedio diario no deberá superar los 20 mg/l N. Este requisito se refiere a una temperatura del agua de 12 °C o más durante el funcionamiento del reactor biológico de la instalación de tratamiento de aguas residuales. En sustitución del requisito relativo a la temperatura, se podrá aplicar una limitación del tiempo de funcionamiento que tenga en cuenta las condiciones climáticas regionales. Se aplicará esta alternativa en caso de que pueda demostrarse que se cumple el apartado 1 de la letra D del presente Anexo.</p>		
Fuente: Directiva 91/271 CEE		

TABLA III.3

**TABLA 3: RESUMEN DE LOS OBJETIVOS Y PLAZOS ESTABLECIDOS POR LA DIRECTIVA 91/271 PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN URBANO**

PLAZO	DOTACION DE COLECTORES	DOTACION DE TRATAMIENTO		
		ADECUADO	SECUNDARIO	MAS RIGUROSO
Antes del 31 de diciembre de 1998	Población > 10.000 h-e y vertido a zona sensible.			Población > 10.000 h-e y vertido a zona sensible.
Antes del 31 de diciembre de 2000	Población > 15.000 h-e		Población > 15.000 h-e	
Antes del 31 de diciembre de 2005	Población entre 2.000 y 15.000 h-e	Población < 2.000 h-e y vertido en aguas dulces y estuarios	Población entre 10.000 y 15.000 h-e	
		Población < 10.000 h-e y vertido en zonas costeras	Población entre 2.000 y 10.000 h-e y vertido en aguas dulces y estuarios.	

Fuente: Elaboración propia a partir de la Directiva 91/271 CEE

## **Aguas residuales industriales**

Los vertidos industriales que entren en los sistemas colectores y de tratamiento de aguas residuales urbanas, serán objeto de tratamiento previo de manera que se pueda:

- Proteger la salud del personal que trabaje en los sistemas colectores y en las instalaciones de tratamiento.
- Garantizar que los sistemas colectores, las instalaciones de tratamiento de aguas residuales y los equipos correspondientes no se deterioren.
- Garantizar que los vertidos de las instalaciones de tratamiento no tengan efectos nocivos sobre el medio ambiente y no impidan que las aguas receptoras cumplan otras Directivas comunitarias.
- Garantizar que los lodos puedan evacuarse con completa seguridad de forma aceptable desde la perspectiva medioambiental.

Dada la similar naturaleza de los vertidos de determinadas industrias (en general del sector agroalimentario) con las aguas residuales urbanas, la Directiva establece una regulación específica para los siguientes tipos de industrias:

- 1.- Industrialización de la leche.
- 2.- Productos elaborados del sector hortofrutícola.
- 3.- Elaboración y embotellado de bebidas sin alcohol.

- 4.- Industrialización de la patata.
- 5.- Industria cárnica.
- 6.- Industria cervecera.
- 7.- Producción de alcohol y de bebidas alcohólicas.
- 8.- Fabricación de piensos a partir de producto vegetales.
- 9.- Fabricación de gelatina y de cola a partir de cueros, pieles y huesos.
- 10.- Almacenes de malta.
- 11.- Industrialización del pescado.

Así, antes del 31 de diciembre del año 2000, aquellas industrias pertenecientes a la relación anterior, que representen 4.000 h-e o más, y cuyos efluentes no penetren en las instalaciones de aguas residuales urbanas, deberán contar con autorización específica para su vertido por parte de la autoridad competente.

### **Lodos**

La presencia de compuestos tóxicos, persistentes o bioacumulables en los lodos originados en las depuradoras, así como los importantes volúmenes que se generan de los mismos, son tenidos en cuenta por la Directiva que, con el fin de procurar su mejor gestión, establece:

- La reutilización de los lodos se realizará cuando proceda.
- Antes del 31 de diciembre de 1998, se regulará la evacuación de los lodos y se les someterá a registro o autorización.
- Antes del 31 de diciembre de 1998 se suprimirá la evacuación de lodos a aguas superficiales ya sea por barco, tubería u otro medio cualquiera.

## **Control**

El organismo competente de la Administración Pública controlará que los vertidos de las depuradoras de aguas residuales urbanas cumplan los límites de emisión establecidos por la Directiva, así como los lodos cuando éstos se viertan a aguas superficiales.

Respecto a las aguas residuales de las industrias pertenecientes a los sectores anteriormente indicados, el organismo competente controlará los vertidos, tanto si se realizan a través del sistema municipal de saneamiento, como si se vierten directamente.

Cuando los vertidos, por realizarse en zonas calificadas como menos sensibles, se sometan a un tratamiento menos riguroso que en el resto de los casos, el organismo competente deberá comprobar mediante estudios que no se perjudica el medio ambiente.

Los estados miembros deberán publicar informes cada dos años sobre la situación de los vertidos de aguas residuales urbanas y lodos.



Para concluir, las estipulaciones más significativas establecidas por la norma comunitaria se resumen a continuación:

- \* Las aguas residuales urbanas se someterán, antes de su vertido, a un tratamiento secundario (biológico) o terciario (eliminación de nutrientes) en función del número de habitantes equivalentes y de las características del medio receptor.
- \* Cuando los medios receptores sean clasificados como zonas sensibles, los vertidos se someterán a tratamiento terciario.
- \* En los vertidos al mar o estuarios en áreas clasificadas como zonas menos sensibles y siempre que las poblaciones sean inferiores a 150.000 y 10.000 habitantes equivalentes respectivamente, la depuración podrá limitarse a un tratamiento primario (eliminación de sólidos en suspensión), si se comprueba que el medio no se ve afectado negativamente.
- \* Los vertidos industriales que descarguen en los sistemas de recogida y tratamiento de aguas urbanas, deberán ser regulados por el organismo competente y contar con la correspondiente autorización.
- \* Los vertidos originados por determinadas industrias del sector agroalimentario, equivalentes a una población superior a 4.000 habitantes, que descarguen directamente al cauce, deberán contar con autorización específica del organismo competente y cumplir los requisitos estipulados por la norma.

- \* Los estados miembros deberán vigilar para que el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las plantas depuradoras, garanticen el rendimiento suficiente bajo condiciones climáticas normales y teniendo en cuenta las variaciones estacionales de carga.
- \* Los estados miembros deberán controlar las características de los efluentes de las depuradoras urbanas, así como la cantidad y composición de los fangos.
- \* Los estados miembros deberán elaborar y poner en marcha los correspondientes planes para el cumplimiento de la Directiva.
- \* Los estados miembros deberán publicar un informe cada dos años sobre la situación de los vertidos de aguas residuales y eliminación final de los fangos.

### **Consecuencias de la entrada en vigor de la Directiva 91/271/CEE**

En líneas generales, el cumplimiento de la Directiva (91/271/CEE) obliga a poner en marcha nuevas instalaciones de tratamiento, incrementando así la población servida, hasta cubrir los objetivos fijados por la norma comunitaria.

Así mismo, será necesario ampliar un buen número de las plantas existentes o en proyecto para alcanzar los objetivos de calidad, más rigurosos que los vigentes anteriormente, incluyendo nuevas tecnologías para reducir y minimizar los negativos impactos que la carga de nutrientes produce en los cuerpos receptores (eutrofización, bajo nivel de oxígeno, etc.) lo que, teniendo en cuenta los cortos plazos establecidos, significa un esfuerzo aún mayor que deberá ser compartido por todos.

Una primera aproximación a las repercusiones de la Directiva obliga a un análisis de las características de los municipios, considerando su tamaño y variaciones estacionales de población.

En este sentido deben considerarse las variaciones debidas a la población de tipo estacional, lo que ocurre fundamentalmente en núcleos de carácter turístico o vacacional, factor que deberá tenerse en cuenta en la selección de los sistemas de tratamiento y su diseño.

Por lo que respecta a la población equivalente que debe contemplar la carga contaminante correspondiente a actividades comerciales e industriales que descargan a los colectores municipales, también puede ser muy significativa a la hora de tener en cuenta la capacidad de tratamiento de una EDAR.

No resulta fácil establecer con carácter general una relación entre la población equivalente y la de hecho, pero dejando a un lado casos muy concretos donde una población de menos de 5.000 habitantes puede convertirse en más de cien mil debido a una actividad agropecuaria, parece que una relación de 1,5 a 2 puede ser bastante normal.

Esto, de ser absolutamente aplicable a todos los casos, querría decir que de acuerdo con lo exigido por la Directiva, cualquier municipio de 7.500 a 10.000 habitantes de hecho, requeriría tratar adecuadamente sus aguas residuales antes del año 2.000 por tener más de quince mil habitantes equivalentes.

El otro aspecto sobre el que debe reflexionarse profundamente es sobre los costes de inversión y explotación que entraña la aplicación de la Directiva.

En efecto, teniendo en cuenta la situación actual y considerando aparte no solamente las depuradoras en funcionamiento, sino también aquellas que ya se encuentran en construcción, un análisis de los costes que entraña la transposición de dicha Directiva a nuestra legislación ha evaluado en 1,8 billones de pesetas el coste de la adaptación del país a la norma comunitaria, lo que unido a los costes de explotación y mantenimiento de las instalaciones, que puede llegar a representar del orden de un 10 % del coste de inversión, nos da idea del esfuerzo que debe acometerse, y que de cualquier forma influirá en los modelos de financiación que se deberán utilizar para llevar cabo las infraestructuras correspondientes.

Resulta, por tanto, evidente a tenor de todo lo anterior, que la Directiva Comunitaria relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas ejerce una enorme influencia sobre la política de calidad de aguas que se mantendrá en los próximos años, y no solamente desde un punto de vista económico-financiero, sino también desde la óptica de la puesta a punto de estudios y tecnologías que nos permitan conocer mejor cuál es nuestra situación real en materia de medio ambiente hídrico, comprender todos los fenómenos implicados en él y diseñar las medidas correctoras necesarias para el cumplimiento de las normas establecidas, optimizando los recursos financieros públicos que inevitablemente se pondrán en juego.

En general, cualquier programa de acción para el control y mejora de la calidad del agua debe pasar inexorablemente por una serie de fases, a saber:

#### **I - DIAGNOSIS DE LA SITUACION ACTUAL**

Se debe conocer, inventariar y caracterizar, todos los vertidos tanto de tipo puntual como difuso, haciendo especial hincapié en la incidencia que sobre el medio receptor tienen las descargas de aguas de tormentas.

Por tanto, se deben evaluar las cargas contaminantes y su repercusión sobre el medio hídrico teniendo en cuenta no sólo objetivos de calidad en sentido amplio, sino también índices de calidad convenientemente contrastados, clasificación del agua según distintos niveles de calidad y caracterizados en función de un número determinado de parámetros.

Todo ello debe conducir a identificar los problemas más graves y significativos de contaminación.

Asimismo se deberá llevar a cabo un diagnóstico de la situación real en materia de depuración de vertidos urbanos que contemple:

- \* Número de instalaciones y población servida.
- \* Tipología y rendimiento de las instalaciones.
- \* Estado de conservación.
- \* Situación de la explotación y mantenimiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas y de las redes de colectores municipales.
- \* Otros.

Así se podrá definir y cuantificar no solamente cuál es la población total equivalente que está conforme y cuál la población real que aún no cuenta con sistemas de depuración, sino, lo que es más importante, valorar el porcentaje de conformidad con la Directiva.

## **II - MEDIDAS LEGALES Y FINANCIERAS**

Por lo que al aspecto financiero se refiere, se deben tener en cuenta una serie de medidas encaminadas a hacer prever los costes de inversión y explotación, definiendo el modelo de financiación entre las diversas fórmulas existentes que van desde los habituales auxilios del Estado, de las CCAA y otros Entes Públicos, hasta la creación de tasas finalistas, la emisión de deuda pública en condiciones fiscales favorables o la participación de la iniciativa privada en forma, bien de empresas mixtas, bien totalmente privadas. En cualquier caso conviene tener muy en cuenta que se trata de proyectos donde debe buscarse más una rentabilidad social que económica o financiera

## **III - ELABORACION DE PROGRAMAS Y EJECUCION DE PLANES**

De acuerdo con todas las consideraciones anteriores esta fase es, si no la última, sí la que culminaría todo el proceso de mejora de la calidad de los recursos hídricos, quedando únicamente el control y la verificación de los resultados y la gestión de los sistemas.

Dicha fase consiste en la definición y ejecución de los programas y planes de saneamiento. En este sentido, se encuentran ya definidos los planes de saneamiento tanto a nivel estatal como autonómico. Ambos se comentan en los siguientes apartados.

Finalmente, señalar otras acciones, no menos importantes, que deben realizarse antes, o de forma paralela a los programas de saneamiento pues, en muchos casos, de ellas dependerá la selección de alternativas, o simplemente la optimización de los sistemas analizados.

Cabe destacar entre ellos, aquellos que permitan conocer las tecnologías para mejorar rendimientos y minimizar costes, tanto en lo que se refiere a la eliminación de contaminación carbonada como a los nutrientes.

Asimismo se deben potenciar e impulsar las tecnologías que o bien reduzcan el volumen de fangos generado en una depuradora, o bien minimicen el impacto que éstos producen en el medio ambiente, así como su reutilización.

Otros trabajos complementarios incluyen el estudio de vertidos industriales y su corrección, la minimización y reutilización de efluentes, la evaluación, el control y las medidas preventivas en el caso de la contaminación difusa, etc.

### **3.1.2. *Legislación europea complementaria***

Como se comentó anteriormente, la Unión Europea legisla, en materia de aguas, con un doble enfoque: el establecimiento de normas de emisión de vertidos y la definición de objetivos de calidad en función de los usos del agua. A continuación se relacionan las Directivas europeas agrupadas según traten de calidad de agua para consumo humano, calidad de agua para otros usos o limitación de vertidos, con indicación de la norma que las traspone al derecho español:

\* Directivas que regulan la calidad de agua para consumo humano:

- Directiva 75/440/CEE. Aguas destinadas a la producción de agua potable. Orden Ministerial del 11/5/88
- Directiva 79/869/CEE. Análisis de las aguas potables. Orden del 9/2/88

- Directiva 80/778/CEE. Aguas destinadas al consumo Humano. Real Decreto 1423/82 . Orden 1/7/87

\* Directivas que regulan la calidad de agua para otros usos:

- Directiva 76/160/CEE. Calidad de las aguas de baño. Real Decreto 734/1988.
- Directiva 78/659/CEE. Aguas continentales aptas para la vida de los peces. Real Decreto 927/1988.
- Directiva 79/923/CEE. Aguas para crias de moluscos. Real Decreto 927/1988.

\* Directivas relativas a vertidos, valores límite y objetivos de calidad:

- Directiva 76/464/CEE. Contaminación por determinadas sustancias peligrosas. Ley de Aguas 29/1985. Reglamento 11/4/86
- Directiva 80/68/CEE. Protección de las aguas Subterráneas. Ley de Aguas 29/1985. Reglamento 11/4/86.O.M. 1/12/92
- Directiva 82/176/CEE y 84/156/CEE. Vertidos de Mercurio. Orden 31/11/1987
- Directiva 83/513/CEE. Vertidos de Cadmio. Orden 31/10/1987
- Directiva 84/491/CEE. Vertidos de Hexaclorociclohexano. Orden 12/11/1987.



- Directiva 86/280/CEE. Vertidos de determinadas sustancias peligrosas. Orden 12/11/1987 y 13/3/1989.
- Directiva 88/347/CEE. Vertidos de aldrín, dieldrín, endrín, isodrín, hexaclorobenceno, hexaclorobutadieno y cloroformo. Orden 13/3/1989 y 31/10/1989
- Directiva 90/415/CEE. Vertidos de dicloroelano, tricloroetano y triclorobenceno. Orden 28/6/1991
- Directiva 91/271/CEE. Tratamiento de Aguas Residuales y Urbanas. En fase de transposición.
- Directiva 91/676/CEE. Protección de Aguas contaminadas por Nitratos. En fase de transposición.
- Directiva 91/892/CEE. Normalización informes. En fase de transposición.
- Decisión del Consejo de 24 de julio de 1995, relativa a la celebración, en nombre de la Comunidad, del Convenio sobre la protección y uso de los cursos de agua transfronterizos y los lagos internacionales. D.O.C.E.nº L 186, 5 Agosto 1995.
- Decisión de la Comisión de 25 de julio de 1995 por la que se modifica la Decisión 92/446/CEE relativa a los cuestionarios de la Directivas sobre aguas. D.O.C.E.nº L 200, 24 Agosto 1995.

### **3.2. Legislación nacional**

En relación con nuestro marco legal, las normas básicas son la Ley de Aguas de 1985 y la Ley de Costas de 1988, a partir de las cuales se han aprobado una serie de Reglamentos que en ocasiones transponen Directivas comunitarias o sirven de base para su desarrollo por órdenes ministeriales de transposición.

La Ley de Aguas de 1985 unificó la prolífica y dispersa legislación anterior sobre vertidos que trataba de suplir las deficiencias de la centenaria Ley de Aguas de 1879, pero de cuyo concurso se derivaba una heterogénea aplicación, agravada por un desfasado sistema sancionador. El objeto de esta Ley es la regulación del Dominio Público Hidráulico, del uso del agua y de las competencias estatales.

El Reglamento de protección del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley de Aguas (Real Decreto 849/1986), establece que toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del mismo y, en particular, el vertido de aguas y productos residuales capaces de contaminar las aguas continentales, requiere una autorización administrativa, en la que se concreten los límites cualitativos y cuantitativos de dicho vertido. Esta norma fija como requisito la presentación, por parte del causante del vertido, de una solicitud en la que deben especificarse los siguientes apartados:

- Características detalladas de la actividad causante del vertido.
- Localización exacta del vertido y características cualitativas y cuantitativas del mismo.
- Descripción sucinta de las instalaciones de depuración o eliminación, en su caso y de las medidas de seguridad a fin de evitar vertidos accidentales.

- Petición, en su caso, de imposición de servidumbre forzosa de acueducto o de declaración de utilidad pública a efectos de expropiación forzosa.

A la solicitud ha de acompañarse el proyecto, suscrito por el técnico competente, de las obras e instalaciones de depuración a ejecutar, para que el vertido esté en el grupo de calidad establecido para el medio receptor.

En relación a los vertidos de origen urbano, y según la legislación nacional, un Ayuntamiento que vierta sus aguas residuales a un cauce público, en el peor de los casos debe verter en unas condiciones en cuanto a parámetros contaminantes, como los indicados en la Tabla I del Anexo del Reglamento.

Un resumen de dichas condiciones se recoge en la Tabla III.4.

En las notas del Anexo se especifican que, si uno de los parámetros enunciados tiene definidos sus objetivos de calidad en el medio receptor, se podrán sobrepasar los valores, de los límites fijados en la Tabla I para ese parámetro, siempre que la dilución del efluente vertido permita el cumplimiento de dichos objetivos de calidad.

Si al colector municipal vierten industrias que pueden elevar la concentración de algún parámetro contaminante en el vertido municipal, el Ayuntamiento deberá obligar a las industrias a depurar sus aguas residuales hasta un límite de acuerdo con la autorización municipal, o cobrar un canon y depurar las aguas residuales, ahora y siempre que la planta depuradora municipal tenga capacidad para ello.

Si a los colectores municipales vierten industrias cuyos vertidos están regulados por normas de la Comunidad Económica Europea (CEE), es preciso que lo hagan en las condiciones que marca la Normativa Comunitaria.

**TABLA III.4  
RESUMEN DE LOS PARAMETROS CARACTERISTICOS CONSIDERADOS EN EL REGLAMENTO DEL DOMINIO  
PUBLICO HIDRAULICO PARA ESTIMAR EL TRATAMIENTO DEL VERTIDO**

PARAMETRO	VALORES LIMITE		
	TABLA 1	TABLA 2	TABLA 3
pH	comprendidos entre 5,5 y 9,5		
Sólidos en suspensión (mg/l)	300	150	80
Materias sedimentables (mg/l)	2	1	0,5
Sólidos gruesos (mg/l)	Ausentes	Ausentes	Ausentes
DBO5 (mg/l)	300	60	40
DQO (mg/l)	500	200	160
Amoniaco (mg/l)	50	50	15
Fósforo total (mg/l)	20	20	10

Fuente: BOE

El artículo 105 de la Ley de Aguas establece que "los vertidos autorizados conforme a lo dispuesto en los artículos 92 y siguientes, se gravarán con un canon destinado a la protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica". El título IV del primer Reglamento de la Ley de Aguas en su capítulo II establece y regula el canon de vertido.

El importe de este canon es el resultado de multiplicar la carga contaminante del vertido, expresada en unidades de contaminación por el valor asignado a cada unidad.

Canon = unidades de contaminación (u.c.) \* precio u.c. = 500.000 ptas esta unidad

Para definir la u.c. se considera que la carga contaminante por habitante y día es de:

- 90 gr. de materias en suspensión
- 61 gr. de materias oxidables

La fórmula de la carga contaminante es:

$$C = K * V$$

C = carga contaminante

K = coeficiente que depende de la naturaleza del vertido

V = volumen de vertido en m<sup>3</sup>/año.

## VALORES DE K.

$$K = k \times 10^5$$

### VALOR DE k SEGUN GRADO DE TRATAMIENTO

Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3	Tabla 4
1.0	0.20	0.10	0
1.2	0.24	0.12	0
1.5	0.30	0.15	0
2.0	0.40	0.20	0
3.0	0.60	0.30	0
4.0	0.80	0.40	0

### NATURALEZA DEL VERTIDO

#### 1) Urbano

- a) Sin industria
- b) Industrialización media
- c) Muy industrializado

#### 2) Industrial

- a) De la clase 1
- b) De la clase 2
- c) De la clase 3

Por otra parte, en el Reglamento dedicado a la planificación hidrológica (Real Decreto 927/1988), se establece que los Planes Hidrológicos de Cuenca deben comprender, entre otros, los siguientes aspectos:

- Usos y demandas existentes y previstas.
- Asignaciones y reservas de recursos.
- Criterios de prioridad y compatibilidad de usos.
- Características básicas de calidad de las aguas y ordenación de vertidos de aguas residuales.

El Real Decreto 484/1995, de 7 de abril sobre medidas de regularización y control de vertidos trata de paliar las carencias que se han puesto de manifiesto en la adaptación de los vertidos, fundamentalmente de origen industrial, a las exigencias de la Ley de Aguas de 1985. En este sentido, la situación actual se podría resumir indicando que coexisten vertidos ilegales, por otra parte acomodables a la legislación mediante la adopción de las adecuadas medidas de tratamiento, con un número ingente de autorizaciones de vertido provisionales, prolongadas en el tiempo, que por circunstancias diversas, entre ellas la insuficiencia de medios instrumentales y procedimentales, no han accedido todavía al nivel de definitivas.

Este Real Decreto pretende:

- \* La ordenación de los vertidos urbanos e industriales a través de planes concretos de regularización que darán lugar a las autorizaciones definitivas.

- \* El establecimiento de un sistema de ayudas económico- financieras para la consecución de los planes de regularización.
- \* La creación de la figura de la Empresa Colaboradora de Organismos de Cuenca, como empresa de ingeniería, proyectos, auditoría e implantación de instalaciones correctoras de los vertidos.

A nivel estatal, complementan las normas comentadas con anterioridad otras de carácter más específico que se relacionan a continuación:

- Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público.
- Orden de 11 de mayo de 1988, sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de aguas superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable.
- Orden de 15 de octubre de 1.990, por la que se modifica la orden de 11 de mayo de 1988, sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable.
- Real Decreto 345/1993, de 5 de marzo, por el que se establecen normas de calidad exigidas a las aguas para cría de moluscos y otros invertebrados marinos vivos.



- Real Decreto 734/1988, de 1 de julio por el que se establecen las normas de calidad de las aguas de baño.
- Orden de 12 de noviembre de 1987, sobre normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.
- Orden de 23 de diciembre de 1986, por la que se dictan normas complementarias en relación con las autorizaciones de vertidos de aguas residuales.
- Orden de 19 de diciembre de 1989, por la que se dictan normas para la fijación, en ciertos supuestos, de valores intermedios y reducidos del coeficiente K, que determina la carga contaminante del canon de vertido de aguas residuales.
- Ley de 20 de febrero de 1942, por la que se regula el fomento y conservación de la pesca fluvial (art. 6º)
- Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración.

En resumen, la legislación española coincide con la filosofía de la legislación europea en el establecimiento de valores límites para los vertidos y en la consideración de los usos y calidad del medio receptor. Sin embargo, la Directiva 91/271/CEE no ha sido todavía traspuesta al derecho español si bien las actuaciones que la Administración Pública está desarrollando en materia de política hidráulica y, en particular, en

relación con los planes de saneamiento y control de vertidos, así como en la previsión del gasto a medio plazo, se encuentran claramente orientadas hacia el cumplimiento de la Directiva. De acuerdo con las últimas informaciones de que se dispone en el momento de redacción de este Estudio Piloto, la transposición se llevará a cabo antes de que finalice el presente año.

### **3.3. Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales**

Con el fin de asegurar la calidad de la depuración y del vertido de las aguas residuales urbanas, según los criterios de la Unión Europea, el 17 de febrero de 1995 fue aprobado por el Consejo de Ministros el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales para el período comprendido entre 1995 y 2005.

A través del Plan, se pretende integrar las inversiones que los tres niveles de la Administración (Estatal, Autonómica y Local) dedicar al tratamiento de aguas residuales urbanas, superando el modelo habitual de actuación de la Administración Central para la financiación de este tipo de infraestructuras, consistente en declarar sistemáticamente "obras de interés general del Estado" las inversiones a realizar. Por lo cual y hasta ahora, dichas inversiones se han realizado de forma esporádica, sin una visión global de referencia, y sin la suficiente corresponsabilización de las Administraciones territoriales competentes.

Según el diagnóstico de la situación actual recogido en el Plan, en España existen más de 3.000 depuradoras de aguas residuales en servicio y alrededor de 200 más en construcción, lo que supone que, en teoría, está servido el 60 por ciento de la población de derecho.

En realidad este porcentaje es considerablemente menor, ya que de acuerdo con los criterios de la Unión Europea, la población equivalente (que incluye la población de hecho y la carga contaminante de origen industrial y ganadero) servida actualmente en España, es apenas el 40,7 por ciento del total, sobre la base del correcto funcionamiento de las plantas actualmente operativas.

Los principales problemas detectados son:

- \* Redes de saneamiento urbanas de insuficiente capacidad o en estado deficiente, lo que produce fugas.
- \* Instalaciones obsoletas, especialmente las construidas con anterioridad a los años ochenta.
- \* Explotación y mantenimiento deficiente por escasez de medios humanos y materiales.
- \* Control y seguimiento deficiente por parte de las autoridades competentes.
- \* Ordenanzas municipales insuficientes o inexistentes.
- \* Escasa preocupación por el tratamiento y eliminación de fangos que puede afectar a la calidad del efluente.
- \* Insuficiente consideración y gestión de las aguas de tormenta, lo que en ocasiones impide el cumplimiento de los niveles de calidad.

- \* Escaso cumplimiento por parte de las industrias de las normas de vertido, tanto a cauce público como a las redes de colectores municipales.
- \* Necesidad de revisar los procedimientos de autorización, control y sanción, de los vertidos.

Si bien el Plan Nacional está fundamentalmente dirigido hacia la dotación de las infraestructuras necesarias para el tratamiento de las aguas residuales urbanas, de acuerdo con lo establecido en la Directiva 91/271/CEE, su filosofía va más allá de la implantación de medidas correctoras. Así, en el documento se aborda la necesidad de reducir la carga contaminante de los vertidos industriales mediante la reducción en origen de la contaminación, lo que es posible mediante cambios en los procesos productivos y por la reducción del consumo de agua.

El ahorro de agua y, sobre todo la descontaminación se verán incentivados por el establecimiento en todo el territorio nacional de la figura del canon de saneamiento, que gravará la contaminación producida en el agua que se vierte. Esta línea de actuación será impulsada por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda en el contexto del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración. En particular, la implantación de dicha figura impositiva por parte de las Comunidades Autónomas, será condición imprescindible para que éstas cuenten con las ayudas estatales previstas a efectos del Plan.

De cara a las industrias, el Plan contempla la incentivación de cambios de proceso y sistemas de tratamiento fin de línea a través de créditos subvencionados. En este sentido, se establecerá una línea de ayudas para el fomento de planes sectoriales considerados prioritarios.

Por otra parte, el Plan se refiere al insatisfactorio funcionamiento del sistema de autorización de vertidos al dominio público hidráulico. De los más de 300.000 vertidos que se producen en España, aproximadamente 240.000 se efectúan a través de las redes de saneamiento urbanas. Del resto, sólo el 23 por ciento cuenta con autorización, provisional o definitiva y tan sólo un 5 por ciento del total de los vertidos a cauce público cuenta con autorización definitiva.

A fin de paliar esta situación, el Plan adelanta la modificación del actual procedimiento, mediante un proyecto de Decreto, actualmente en el Consejo de Estado.

Para valorar el volumen de la inversión requerida, se ha determinado el coste unitario de la adaptación a la Directiva 91/271/CEE en pesetas/habitante equivalente, tal y como se indica en la Tabla III.5, donde además se detalla la población conforme, no conforme en construcción y no conforme desglosado por comunidades autónomas.

El Plan Nacional de Saneamiento y Depuración cifra la inversión total, a efectuar antes del año 2005, en más de 1,8 billones de pesetas. En la Tabla III.6 se recoge el desglose de la inversión por Comunidades Autónomas

La aportación del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA), con cargo a los recursos de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda o con cargo a los Fondos de Cohesión, para los proyectos gestionados por las Comunidades Autónomas, será el 25 por cien de la inversión necesaria hasta el año 2005 en cada una de las Comunidades Autónomas. Como requisito para contar con la cofinanciación del MOPTMA, las Comunidades Autónomas deberán aprobar un Plan Regional de Saneamiento e implantar un canon específico, para cubrir los costes de establecimiento y explotación de las plantas que se construyan en el desarrollo del Plan.

**TABLA III.5  
POBLACION EQUIVALENTE SERVIDA CONFORME A LA DIRECTIVA 91/271**

Comunidad autónoma	Conforme		No conforme en construcción		No conforme (h-e)		Total (h-e)	Coste unitario (pts/he)
	(h-e)	Porcentaje	(h-e)	Porcentaje	(h-e)	Porcentaje		
Andalucía	4.787.733	34,96	2.049.535	14,97	6.856.717	50,07	13.694.385	38.960
Aragón	1.037.000	40,76	-	-	1.507.000	59,24	2.544.000	39.429
Asturias	736.311	34,70	120.000	5,66	1.265.494	59,64	2.121.805	61.084
Baleares	969.848	51,05	211.252	11,12	718.834	37,83	1.899.934	35.211
Canarias	2.002.075	61,48	175.000	5,37	1.079.548	33,15	3.256.623	38.286
Cantabria	25.000	1,87	10.000	0,75	1.305.000	97,39	1.340.000	45.506
Castilla y León	783.636	13,19	755.255	12,71	4.402.072	74,10	5.940.933	36.182
Castilla la Mancha	1.599.600	49,58	70.000	2,17	1.556.765	48,25	3.226.365	26.556
Cataluña	5.601.135	38,77	5.849.692	40,49	2.997.491	20,75	14.448.318	31.082
Extremadura	606.854	30,91	85.000	4,33	1.271.470	64,76	1.963.324	51.211
Galicia	365.732	6,67	224.500	4,09	4.896.982	89,24	5.487.214	31.986
Madrid	10.225.814	83,47	129.300	1,06	1.895.570	15,47	12.250.684	45.441
Murcia	700.000	23,73	108.000	3,66	2.142.000	72,61	2.950.000	23.778
Navarra	75.657	8,83	10.900	1,27	770.568	89,90	857.125	21.626
País Vasco	559.000	16,72	68.000	2,03	2.716.490	81,25	3.343.490	49.475
La Rioja	125.777	22,83	-	-	425.229	77,17	551.006	27.042
Comunidad Valenciana	4.364.318	48,71	1.147.000	12,80	3.449.287	38,49	8.960.605	34.330
Ceuta y Melilla	-	-	-	-	266.912	100,00	266.912	18.928
<b>ESPAÑA</b>	<b>34.565.520</b>	<b>40,62</b>	<b>11.013.834</b>	<b>12,94</b>	<b>39.523.429</b>	<b>46,44</b>	<b>85.102.783</b>	<b>36.451</b>

Fuente: BOE

**TABLA III.6**  
**INVERSIONES NECESARIAS PARA LA FINANCIACION DEL**  
**PLAN NACIONAL DE SANEAMIENTO Y DEPURACION (1995-2005)**

Comunidad autónoma	Millones de pesetas
Andalucía	347.000
Aragón	59.420
Asturias	84.631
Balears	32.749
Canarias	48.031
Cantabria	59.840
Castilla y León	186.600
Castilla la Mancha	43.200
Cataluña	311.718
Extremadura	69.466
Galicia	163.814
Madrid	108.012
Murcia	53.500
Navarra	16.900
País Vasco	137.763
La Rioja	11.499
Comunidad Valenciana	157.790
Ceuta y Melilla	5.052
<b>ESPAÑA</b>	<b>1.896.985</b>
Fuente: BOE	

Las cuantías con las que el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente cofinanciará a las Comunidades Autónomas quedan recogidas en la Tabla III.7. Dichas aportaciones corresponden a la suma de los recursos actuales y previstos de la Dirección General de Calidad de las Aguas más los recursos procedentes de los Fondos de Cohesión.

### **3.4. Legislación de la Comunidad Autónoma de Castilla y León**

El punto de partida de la comunidad de Castilla y León es la constitución de la Asamblea de Parlamentarios el 31 de octubre de 1977 que culminaría con el Real Decreto 20/1978 del 13 de junio, por el que se crea el Consejo General de Castilla y León dotado de una estructura de representación (Pleno), y de Gobierno (Junta de Consejeros).

La promulgación del Estatuto de Autonomía de Castilla y León tiene lugar el 25 de febrero de 1983 (Ley Orgánica 4/1983), conforme a lo establecido por el artículo 143 de la Constitución española, fijando las Cortes Regionales el 29 de octubre de 1987, y la capitalidad en Valladolid como sede de la Junta y del Gobierno Autónomo.

La Junta se estructura en un conjunto de Consejerías, entre las que se encuentra la de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, que se proyecta administrativamente a través de nueve Delegaciones Territoriales en cada una de las provincias, incorporando como órgano gestor provincial a las Diputaciones Provinciales, elemento funcionalmente incorporado a las estrategias de actuación de la Junta.

En la legislación española, el Estado es el titular de todas las aguas y responsable del Dominio Público Hidráulico. Sus competencias básicas y las subsiguientes responsabilidades están recogidas en la Ley de Aguas y en los Reglamentos que la desarrollan.



**TABLA III.7****RECURSOS DE LA SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE Y VIVIENDA  
Y DE FONDOS DE COHESION. PLAN NACIONAL DE SANEAMIENTO Y  
DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES.**

Comunidades autónomas	1995-2000	2001-2005	Total	Porcentaje
Andalucía	43.375	43.375	86.750	18
Aragón	7.428	7.428	14.856	3
Asturias	16.475	-	16.475	3
Baleares	8.187	-	8.187	2
Canarias	12.008	-	12.008	3
Cantabria	7.480	7.480	14.960	3
Castilla y León	23.325	23.325	46.650	10
Castilla la Mancha	5.400	5.400	10.800	2
Cataluña	77.930	-	77.930	16
Extremadura	8.064	8.065	16.129	3
Galicia	20.473	20.477	40.950	9
Madrid	27.003	-	27.003	6
Murcia	7.203	7.203	14.406	3
Navarra	5.064	-	5.064	1
País Vasco	16.554	16.555	33.109	7
La Rioja	2.874	-	2.874	1
Comunidad Valenciana	39.448	-	39.448	8
Ceuta y Melilla	2.526	2.526	5.052	1
<b>ESPAÑA</b>	<b>330.817</b>	<b>141.834</b>	<b>472.651</b>	<b>100</b>

Fuente: SOE

Los municipios son titulares de los vertidos urbanos efectuados en su término; por tanto, sujetos pasivos del canon de vertido y responsables de los efectos provocados por dichos vertidos.

La Ley de Bases del Régimen Local les confiere, por otra parte, la competencia y responsabilidad en la gestión de sus Servicios de Saneamiento.

La Comunidad Autónoma de Castilla y León actúa en un marco competencial que se concreta en el Estatuto de Autonomía, que dota de competencia exclusiva en Ordenación del Territorio, aprovechamientos hidráulicos de aguas que discurren íntegramente por la Región y normas adicionales para la protección de los ecosistemas fluviales desde el punto de vista piscícola; así como de competencias de desarrollo normativo y ejecución en materia de Seguridad e Higiene y competencias de ejecución en protección del medio ambiente.

El Real Decreto 1022/1984 de 11 de abril, regula la transferencia de funciones y servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Castilla y León en materia de abastecimiento, saneamientos, encauzamientos y defensa de las márgenes de los ríos. En el anexo I de este Real Decreto se determinan las funciones del Estado que asume la Comunidad Autónoma:

- Programar, aprobar y tramitar, hasta el abono de las certificaciones, las inversiones en las obras de interés en materia de abastecimiento y defensa de las márgenes de los ríos en áreas urbanas.
- Formar parte de los órganos de gobierno de las Confederaciones Hidrográficas que afecten a su territorio: Duero, Ebro, Norte y Tajo.

La acción de la Junta en esta materia se ha desarrollado en el marco del Real Decreto regulador de las transferencias y del Decreto 118/1984, de 25 de octubre, que regula la cooperación de la Junta de Castilla y León con las Entidades Locales.

El auxilio técnico y económico a las Corporaciones Locales de esta Comunidad Autónoma para la realización de infraestructuras de abastecimiento, saneamiento y encauzamiento en zonas urbanas se refiere exclusivamente al capítulo de inversiones.

El mantenimiento y explotación de los sistemas hidráulicos urbanos es tarea de los respectivos Ayuntamientos.

Las actuaciones de los Servicios de Infraestructura Hidráulica Urbana y Calidad de Aguas se diseñan en función del Plan de Infraestructura Hidráulica Urbana, que se desglosa en los Planes Regionales de Abastecimiento y de Saneamiento. El primero fue elaborado en 1992 y el segundo ha sido revisado en 1993 para adaptarlo a los nuevos condicionantes introducidos por las directivas europeas, el Tratado de Maastrich y la planificación hidrológica nacional.

Por el decreto 61/1991, de 21 de marzo, la Junta de Castilla y León aprobó el Plan Regional de Saneamiento que ha servido de guía para las acciones emprendidas por el Ejecutivo Regional desde la fecha siguiente a la de su publicación en el Boletín Oficial de Castilla y León, el día 5 de abril de 1991. La posterior aparición de nuevos condicionantes obligó a revisar dicho Plan, incorporando al mismo algunas precisiones estratégicas. Entre estos condicionantes se encuentra la publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas de 30 de mayo de 1991 de la Directiva del Consejo 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas.

El obligado cumplimiento de esta Directiva, así como la posibilidad de disponer de recursos económicos adicionales procedentes de los Fondos de Cohesión Europeos, aconsejaron la revisión del Plan de Saneamiento.

Por otra parte, la aparición de los Proyectos de Directrices de los Planes Hidrológicos de cuenca, así como del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional, hacen recomendable adecuar la revisión del Plan de Saneamiento Regional a los principios que tienen más probabilidades de mantenerse en los documentos finales de la planificación hidrológica.

El Plan Regional de Saneamiento elaborado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León, propugna los siguientes objetivos y medidas: en primer lugar, la mejora de la calidad del agua mediante depuración previa de los vertidos de aguas residuales de localidades con población real superior a 2.000 habitantes. Igualmente, la depuración previa de los vertidos de aguas residuales de localidades con menor población real pero que superan dicho umbral en habitantes equivalentes, así como de otras pequeñas localidades que viertan a cauces incluidos en espacios naturales relevantes. Estas actuaciones deberán complementarse con la depuración de aguas residuales de explotaciones ganaderas de alta carga contaminante y de las procedentes de industrias con vertido directo a los cauces públicos. Para alcanzar los niveles de saneamiento europeos es preciso un control de la eutrofización de los embalses, limitando la entrada de nutrientes, y finalmente el ajuste de la depuración a los objetivos de calidad del agua según los usos actuales y previstos.

La aplicación de la Directiva 91/270/CEE en la Comunidad castellano leonesa va a suponer el cumplimiento de los siguientes objetivos:

**Al 31 de diciembre de 1998:**

- \* Construcción de colectores y tratamiento terciario en núcleos o aglomeraciones con más de 10.000 habitantes que viertan a las zonas sensibles.
- \* Supresión de la evacuación de lodos a las aguas superficiales.

**Al 31 de diciembre de 2000:**

- \* Construcción de colectores y depuradoras en los núcleos o aglomeraciones con más de 15.000 habitantes equivalentes.
- \* Tratamiento de los vertidos industriales directos equivalentes a más de 4.000 habitantes.

**Al 31 de diciembre de 2005:**

- \* Construcción de colectores y depuradoras, con tratamiento secundario, en los núcleos o aglomeraciones entre 2.000 y 15.000 habitantes equivalentes.
- \* Construcción de depuradoras con tratamiento adecuado a la calidad exigible en el medio receptor en los núcleos o aglomeraciones con menos de 2.000 habitantes equivalentes. La aplicación de este objetivo en la Comunidad de Castilla y León se plantea con los siguientes criterios: conseguir una calidad excelente en los ríos y arroyos incluidos en el ámbito territorial de la Red de Espacios Naturales y una calidad buena, cuando menos, en los tramos urbanos de arroyos.



Con objeto de establecer el régimen de colaboración entre la Junta de Castilla y León y el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, para la realización y financiación de las actuaciones y proyectos contemplados en el Plan regional de Saneamiento, el 11 de abril de 1994 se firmó el correspondiente convenio entre la Junta y la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, en el que se establece el régimen de colaboración entre ambos organismos y se aprobó el protocolo para la financiación de la primera etapa del Plan, cuyo presupuesto asciende a 42.200 millones de pesetas. De dicho presupuesto, la Junta de Castilla y León aportará el 55 por ciento, el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente el 25 por ciento y el 20 por ciento restante procederá de aportaciones de las Corporaciones Locales y de los usuarios. La participación de las Corporaciones Locales se establece en función del tamaño de la población, para salvaguardar la homogeneidad del esfuerzo económico entre los diferentes municipios, tal y como se recoge en la Tabla III. 8.

Abundando en los aspectos normativos a nivel autonómico, la puesta en marcha y desarrollo del Plan Regional de Saneamiento, con el establecimiento y explotación de nuevas infraestructuras para la recogida y el tratamiento de los vertidos, planteará la necesidad de crear instrumentos que garanticen el óptimo funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento, independientemente de la posible creación de un organismo gestor del mismo, responsable de las operaciones de mantenimiento y explotación de las plantas depuradoras.

En este sentido, es de prever la aprobación por parte de la Junta de Castilla y León de alguna normativa, similar a la existente en la Comunidad de Madrid, donde, con el fin de regular los vertidos de origen industrial al sistema de colectores y, en definitiva, proteger las infraestructuras públicas, se aprobó la Ley 10/1993, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento.

**TABLA III.8**  
**INVERSIONES APORTADAS POR LOS MUNICIPIOS**

Tamaño del municipio	% de aportación municipal sobre el coste final de las obras
Más de 100.000 habitantes	40
Entre 50.000 y 100.000 habitantes	30
Entre 20.000 y 50.000 habitantes	25
Entre 10.000 y 20.000 habitantes	20
Entre 5.000 y 10.000 habitantes	15
Entre 1.000 y 5.000 habitantes	10
Menos 1.000 habitantes	5

Fuente: BOE

Esta Ley trata de prevenir el daño que los vertidos de origen industrial pueden generar en las instalaciones de tratamiento. La mayoría de las depuradoras se basan en procesos biológicos, adecuados para tratar vertidos fácilmente degradables como son los de origen doméstico, sin embargo la actividad industrial genera una contaminación característica para cada tipo de industria, no siempre equivalente a la de origen urbano y, en muchos casos con componentes tóxicos que inhiben los procesos biológicos.

Los vertidos industriales conectados a las red es de alcantarillado y a una depuradora urbana, pueden obstaculizar y hasta impedir la correcta explotación de las instalaciones de saneamiento y depuración, por lo que se deben regular y limitar a fin de:

- \* Proteger las canalizaciones de compuestos explosivos.
- \* Prevenir atascos y obstrucciones en la red de alcantarillado.
- \* Evitar riesgos por exposición del personal a compuestos tóxicos o peligrosos.
- \* Eliminar la presencia de compuestos tóxicos o inhibidores de los procesos biológicos.
- \* Disminuir el contenido de metales pesados en los lodos de depuradora, posibilitando su uso como abono agrícola.
- \* Eliminar vertidos que puedan llevar compuestos peligrosos para el medio ambiente y que no sean capaces de depurar las plantas depuradoras.



Para cumplir estos objetivos la Ley, entre otros aspectos, establece una relación de vertidos industriales prohibidos en el sistema público, así como los vertidos tolerados, siempre que cumplan los límites que la propia norma impone.

La entrada en vigor de la Ley supone que las industrias cuyos efluentes líquidos sobrepasen las limitaciones establecidas, deberán adoptar medidas correctoras para cumplir dichas exigencias. Los titulares de las instalaciones industriales ya existentes, deben presentar el proyecto técnico de corrección del vertido junto con el plan de ejecución de obra, en el correspondiente Ayuntamiento.

Asimismo, los titulares de todas las instalaciones industriales que utilicen el sistema integral de saneamiento deben presentar al Ayuntamiento en que se localicen, la correspondiente Identificación Industrial y, en determinados casos, según su consumo de agua y/o actividad, someterse al procedimiento de autorización de vertido.

Esta Ley, elaborada conjuntamente por la Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid y el Canal de Isabel II (como responsable de la explotación y el mantenimiento de todas las instalaciones de saneamiento y depuración construidas en la Región), es pionera en el cumplimiento de lo establecido por la Directiva 91/271/CEE y será posiblemente precursora de leyes similares a nivel autonómico.

### **3.5. Normativa Municipal**

Habitualmente, la forma legal de regular los vertidos a las redes de saneamiento es mediante Ordenanzas Municipales. Estas ordenanzas han ido evolucionando en paralelo con la creciente complejidad de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

Así, inicialmente las ordenanzas se enfocaban exclusivamente hacia la prevención de los daños por taponamiento, corrosión y explosión en las alcantarillas, y han ido ampliando su alcance a medida que han surgido nuevas necesidades de protección: control de la presencia de sustancias inhibidoras de los procesos biológicos, control directo sobre las industrias más importantes, exigencias sobre autorizaciones de vertido, pretratamientos, etc.

Así, con la implantación de las nuevas infraestructuras a las que dará lugar el Plan Regional de Saneamiento de Castilla y León, se generalizará el desarrollo de ordenanzas municipales, cuando menos en aquellos municipios con una población significativa. Ejemplo de estas ordenanzas en la Región son las Ordenanzas de Vertidos de Burgos, cuyo objeto es regular las condiciones de uso de la red de alcantarillado municipal y demás instalaciones a fin de evitar:

- \* Ataques a la integridad física de las canalizaciones e impedimentos a su función evacuadora de aguas residuales.
- \* Dificultades en el mantenimiento tanto de la red como de las instalaciones de depuración, por creación de condiciones penosas, peligrosas o tóxicas para el personal.
- \* Reducción de la eficiencia de las operaciones de tratamiento de aguas residuales y fangos.
- \* Inconvenientes en la devolución de las aguas tratadas al medio receptor y en la disposición final de los fangos residuales.
- \* Contaminación de los ríos receptores que atraviesan el término municipal de la ciudad.

Esta Ordenanza establece una serie de normas generales de vertido, complementadas con un conjunto de limitaciones específicas sobre contaminantes concretos, para los que se exige, bien ausencia total, bien límites máximos en los vertidos.

Asímismo, regulariza los vertidos industriales a la red municipal que deben contar con la correspondiente autorización del Servicio de Aguas Municipal. No autorizándose las acometidas a las redes de agua y saneamiento de las industrias hasta que éstas no dispongan de las apropiadas medidas correctoras, de manera que cumplan las limitaciones establecidas por la Ordenanza.

**CAPITULO IV**

**SITUACION ACTUAL Y FUTURA DE LOS CAUCES  
Y DEL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS**

## ***CAPITULO IV: SITUACION ACTUAL Y FUTURA DE LOS CAUCES Y DEL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS***

### ***4.1. Situación actual de los cauces de Castilla y León***

La situación actual de la red fluvial de la Comunidad de Castilla y León, de acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento es la siguiente:

- Deterioro relativo de las cabeceras de los rios, sobre todo en la margen izquierda de la Cuenca del Duero, con retroceso de los hábitats de salmónidos y eutrofización paulatina de algunos embalses con posibles usos de abastecimiento. Los pequeños caudales y especialmente la contaminación ganadera son sus principales causas.
- Fuerte contaminación orgánica en algunos tramos medios y bajos de los cursos principales - Pisuerga, Bernesga, Duero, Ebro - debida a vertidos de los grandes núcleos de población.
- Bajo nivel de aptitud para baños y usos recreativos en esos cursos medio y bajo de los cauces - por otra parte los más poblados - por las mismas razones mencionadas anteriormente.
- Dificultad en la potabilización del agua en algunos puntos de esa misma área por idénticas razones.

- Incidencia comparativamente pequeña de los vertidos industriales, con las excepciones de los polígonos de la provincia de Burgos, Miranda de Ebro, Aranda de Duero y la propia capital burgalesa, Valladolid, parcialmente Palencia y las correspondientes a la industria relacionada con la minería en la cuenca del Sil.
- Agravamiento de la situación en las épocas estivales por la disminución de los caudales de los cursos principales a causa de las detracciones realizadas para riego y otros usos.
- Grave deterioro ambiental de los arroyos - de muy escaso caudal e incluso nulo durante el estiaje - en gran parte del ámbito territorial. El fuerte impacto que muchos de ellos acusan procede de los núcleos rurales y ganaderos como norma general y en ocasiones afecta a los escasos caudales útiles para abrevado de ganados y usos de abastecimiento.
- Salinidad y contaminación en las aguas subterráneas utilizadas para riegos en algunas áreas de la zona central de la región.
- Incidencia no controlada, pero sin duda existente de los microcontaminantes - pesticidas, herbicidas y abonos - propios de un ámbito agrícola.
- Eutrofización avanzada en los embalses del eje del Duero y moderada en los embalses de cabecera, con mejor calidad en los de la Cordillera Cantábrica. Esta situación se agrava en verano cuando, además de ser mayores los periodos de luz solar y temperatura, se produce una estratificación del agua embalsada.

- Los lagos y lagunas existentes en la Comunidad se ven afectados en numerosos casos, además de por la contaminación difusa que les llega, por los vertidos de pequeños núcleos de población asentados en sus cercanías y que afectan negativamente a la calidad de sus aguas.

En los gráficos que se recogen a continuación, se muestra la situación de los cauces más importantes de la región, referidos a los usos del agua. Estos son los siguientes:

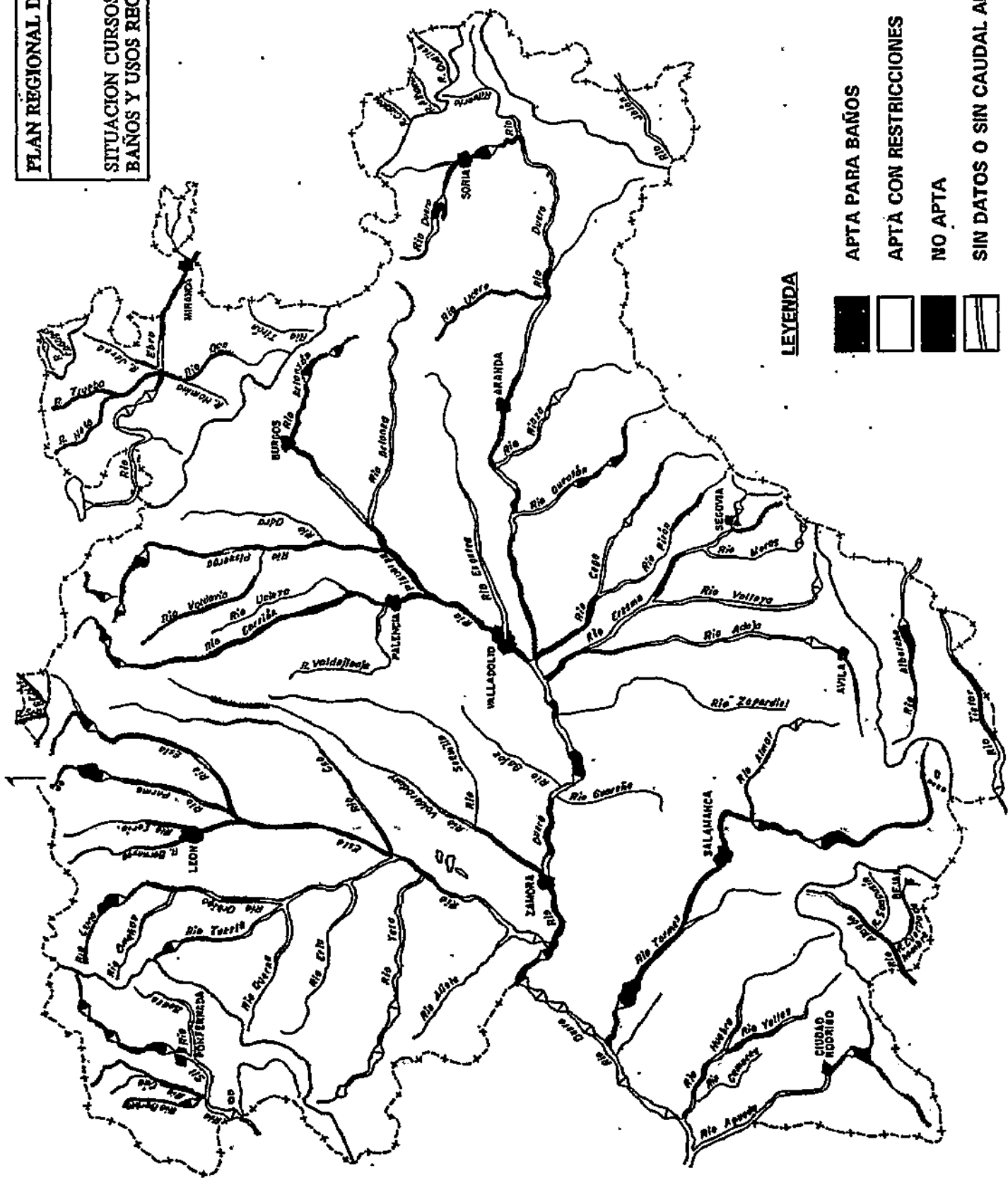
- Gráfico nº IV.1 : Abastecimiento de agua en estiaje.
- Gráfico nºIV.2 : Vida piscícola en verano.
- Gráfico nº IV.3 : Baños y usos recreativos.
- Gráfico nº IV.4 : Riegos agrícolas.
- Gráfico nº IV.5 : Situación de eutrofización de los embalses.

En el gráfico nº IV. 6 se recoge una síntesis de la situación actual en época de estiaje.









LEYENDA

- APTA PARA BAÑOS
- APTA CON RESTRICCIONES
- NO APTA
- SIN DATOS O SIN CAUDAL APRECIABLE EN ESTIAJE







#### **4.2. Estado actual de la depuración**

En este apartado se va a estudiar la situación actual del tratamiento de las aguas residuales urbanas, así como las de origen industrial y ganadero, recogidas a través de las redes de colectores municipales, tanto a nivel nacional como de la Comunidad de Castilla y León.

##### **4.2.1. *Estado actual de la depuración en España***

A la hora de conocer el estado de la depuración en nuestro país, hay que tener en cuenta que desde un punto de vista de tratamiento de las aguas residuales urbanas y de acuerdo con la Directiva 91/271/CEE, tan importante como la población de derecho es la población estival, así como la contaminación de la industria y ganadería que vierte a colectores municipales, estimándose para el país una población equivalente de:

-	Población de hecho	38.489.577 h-e
-	Población estival	11.883.423 h-e
-	Contaminación industrial y ganadera	34.559.749 h-e

Lo que supone un total de algo más de ochenta y cinco millones de habitantes equivalentes, siendo el porcentaje de población de hecho frente al total del 45,2% y el correspondiente a la industria y ganadería del 40,8%.

De los trescientos mil puntos de vertido se estima que existen en todo el territorio nacional, doscientos cuarenta mil lo llevan a cabo a través de las redes de colectores urbanos. Estas redes de alcantarillado son gestionadas a nivel nacional por:

- Municipal: 85,6%
- Privados : 4,3%
- Consorcios: 2%
- Sin datos : Resto

La distribución de la carga contaminante por zonas de acuerdo con la Directiva es la siguiente:

- Zonas normales 59.198.794 h-e
- Zonas sensibles 7.616.808 h-e
- Zonas menos sensibles 18.287.181 h-e

Durante muchos años, nuestro país ha vivido de espaldas al problema de la contaminación que se incrementaba progresivamente en nuestros cauces receptores, con un deterioro cada vez mayor de la calidad de las aguas en determinadas zonas, que impedía una parte de los usos a realizar por la población situada aguas abajo de los vertidos, fundamentalmente de los núcleos de población importantes o de zonas industriales, (El 19,3% del agua captada por los servicios municipales de aguas para suministro a la población lo realizan de presas y canales y el 16,3% de los cauces).

Se estima que aproximadamente un tercio de la red fluvial de los ríos nacionales presenta algún deterioro de la calidad de sus aguas debido a problemas de contaminación y que el 30% de los pantanos, que tienen una capacidad de almacenamiento de agua del 40% del total, sufren en mayor o menor medida problemas de eutrofización.

De acuerdo con los datos de que se dispone, el número de estaciones depuradoras de aguas residuales existentes en nuestro país es aproximadamente de 4.500, aunque este valor datos varía ligeramente según las fuentes consultadas. Este número, que en principio podría parecer muy importante, en realidad no lo es, ya que dentro del mismo se encuentran recogidos sistemas de tratamiento como son las fosas sépticas, construidas para núcleos de población reducidos, y cuyos resultados en depuración son muy bajos.

En la tabla IV.1 se incluye un desglose de las plantas de tratamiento existentes en España, clasificadas por comunidades autónomas, así como el tipo de tratamiento empleado en la depuración. Como puede comprobarse, la distribución no es homogénea a lo largo del territorio nacional, así como que la mayoría corresponden exclusivamente a tratamiento primario (en el que se acumulan las fosas sépticas), que no obtienen un rendimiento conforme a lo solicitado por la Directiva; en cambio el número de plantas con tratamientos avanzados se reduce a 26.

Más importante que el número de estaciones depuradoras que se encuentran operativas, es el porcentaje de población cuyas aguas residuales son objeto de tratamiento y dentro de éste, aquél que está de acuerdo con la calidad exigida en el vertido por la Directiva.



**TABLA N.º 1**

**ESTADO DE LA DEPURACION POR COMUNIDADES AUTONOMAS.**

COMUNIDAD	TRATAMIENTO PRIMARIO	TRATAMIENTO BIOLOGICO	TRATAMIENTO AVANZADO	TOTAL
Andalucía	71	214	5	290
Aragón	110	31	1	142
Asturias	114	111	3	228
Baleares	3	73	3	79
Canarias	4	47		51
Cantabria	6	39		45
Castilla-León	1093	80		1173
Castilla La Mancha	82	138		220
Cataluña	Sin datos	Sin datos	Sin datos	150
Extremadura	28	51		79
Galicia	7	25	6	38
Madrid		60	6	69
Murcia	5	48		53
Navarra	407	20		427
País Vasco	6	25	2	33
La Rioja	107	10	0	117
Valencia	14	145	0	159

Fuente: MOPTMA

En la tabla IV.2 se recogen los porcentajes de población equivalente cuyas aguas son tratadas y los efluentes son conformes con lo previsto en la normativa. Igualmente se recogen los no conformes, así como el correspondiente a plantas en construcción, desglosadas por Comunidades Autónomas.

Si en la tabla IV.1 la distribución de depuradoras no era homogénea, en la IV.2 se comprueba que el porcentaje de población equivalente conforme con la normativa no lo es igualmente, variando desde la Comunidad de Madrid con un 83,5% hasta Cantabria que no alcanza el 2%.

Hay que indicar que los porcentajes de conformidad indicados en la tabla IV. 2 se han obtenido a partir de resultados de los proyectos constructivos que dieron origen a cada una de las plantas depuradoras, así como sin tener en cuenta su grado de mantenimiento y conservación, lo que va a suponer un decremento de la población conforme. Por otra parte, las plantas actualmente en construcción llevarán consigo una mejora del mencionado porcentaje.

A nivel nacional, teniendo en cuenta las salvedades indicadas en el párrafo anterior, la población equivalente en situación de conforme es del 40,6% y en construcción del 12,94%. Estas cantidades que en principio parecen bajas, muestran el camino recorrido ya que a principios de los años setenta el porcentaje de población que contaba con tratamiento para sus aguas residuales, era solamente próxima al 10%, y no en todos los casos con tratamiento secundario.

**TABLA IV.2**

**GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTIVA POR COMUNIDADES AUTONOMAS**

COMUNIDAD	CONFORME %	NO CONFORME %	EN CONSTRUCCION %
Andalucía	35	50	15
Aragón	40,8	59,2	-
Asturias	34,7	59,6	5,7
Baleares	51	37,8	11,1
Canarias	61,5	33,1	5,4
Cantabria	1,9	97,4	0,7
Castilla-León	13,2	74,1	12,7
Castilla La Mancha	49,6	48,3	2,2
Cataluña	38,8	20,7	40,5
Extremadura	30,9	64,8	4,3
Galicia	6,7	82	11,3
Madrid	83,5	15,5	1,1
Murcia	23,7	72,6	3,7
Navarra	8,8	89,9	1,3
País Vasco	16,7	81,2	2,1
La Rioja	22,8	77,2	0
Valencia	48,7	38,5	12,8
<b>ESPAÑA</b>	<b>40,6</b>	<b>46,4</b>	<b>12,9</b>

Nota: Los porcentajes indicados "En construcción" una vez finalizadas las obras pasarán a ser conformes.

Los valores indicados como "Conformes" son los indicados en el proyecto de construcción de la EDAR. El seguimiento del grado de adecuación de acuerdo con la Directiva puede modificar en el futuro su clasificación.

Fuente: MOPTMA

En la tabla IV.3 se recoge en habitantes de hecho la capacidad de tratamiento del parque de depuradoras nacional. Como se puede observar, la distribución no es homogénea según el censo de población, estando el 73% de la población de núcleos con menos de 10.000 habitantes sin conectar a ningún sistema de depuración, y el 30% de las poblaciones de más de 10.000 habitantes, lo que supone el 41% del total nacional, por lo que se precisará no sólo la infraestructura de depuración sino también la correspondiente a la red de saneamiento.

Por otra parte, casi seis millones de habitantes deberán ver incrementado su sistema de tratamiento al disponer sólo de tratamiento primario, lagunaje u otros tratamientos blandos, fosas sépticas o tanques Imhoff y que por sus características de proceso no alcanzan los límites requeridos en el vertido contemplados en la Directiva.

En la tabla IV.4 se recoge el número de instalaciones existentes en el estado español, tanto en funcionamiento, como fuera de servicio por diferentes problemas, lo que supone que de 4.517 censadas se encuentran no operativas 1.078, lo que representa un 23,8% de las construidas.

#### **4.2.2. *Estado actual de la depuración en la Comunidad Autónoma de Castilla y León***

En el Estatuto de Autonomía de la Comunidad de Castilla y León, se le dota de competencias exclusivas en Ordenación del territorio, aprovechamientos hidráulicos de las aguas que discurren íntegramente por la región y protección del ecosistema fluvial.

**TABLA IV.3  
ESTADO DEL TRATAMIENTO. (1994)**

ESPAÑA	TRATAMIENTO PRIMARIO		TRATAMIENTO BIOLÓGICO		SIN CONECTAR	
	HABITANTES	%	HABITANTES	%	HABITANTES	%
P<10000	741.273	7	1.959.413	20	7.292.908	73
P>10000	5.156.711	18	15.159.730	52	8.598.134	30
TOTAL	5.897.984	15	17.119.143	44	15.891.042	41

Fuente: MOPTMA

**TABLA IV.4  
INSTALACIONES DE DEPURACION EN ESPAÑA. (1994)**

TIPO DE INSTALACION	EN SERVICIO	FUERA DE SERVICIO	EN PROYECTO
Fosa séptica	1709	119	1
Tanque Imhof	188	519	2
Aireación prolongada	437	347	17
Lodos activos	384	29	56
Lechos bacterianos	122	3	8
Físico-químico	29	1	4
Contactores rotativos	42	0	6
Lechos turba	42	1	19
Lagunajes	135	0	19
Filtros verdes	40	1	2
Primario	101	34	1
Avanzado	15	0	4
Sin especificar	37	24	19
<b>TOTAL</b>	<b>3281</b>	<b>1078</b>	<b>158</b>

Fuente: J.A. Rodriguez

Por medio del Real Decreto 1022/1984 del 11 de abril de 1984, se regula el paso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad de Castilla y León en materia de abastecimiento, saneamiento, encauzamiento y defensa de los márgenes de los cauces fluviales.

En el Boletín Oficial de la Junta de Castilla y León del 5 de abril de 1991 se publica el decreto 61/1991 de fecha 21 de marzo, por el que se aprobó el Plan Regional de Saneamiento de esta Comunidad. La posterior aparición de la Directiva 91/271/CEE el 21 de mayo de 1991, ha obligado a revisar el mencionado Plan Regional de Saneamiento, incorporando al mismo los nuevos requerimientos de obligado cumplimiento.

De acuerdo con lo indicado anteriormente, la Junta comenzó sus planes de actuación a partir del año 1991 y en el bienio 1991-1992 sacó a concurso público las primeras grandes obras consideradas como prioritarias, entre las que se encuentran las depuradoras de Avila, Soria, Segovia y ampliación y remodelación de la de Burgos, así como la red de emisarios de Miranda de Ebro, León, Valladolid y Zamora.

Para el bienio 1995-1996 prevee sacar a concurso las plantas de Valladolid, Velilla de Río Carrión, Guardo, Alba de Tormes, El Espinar y Bernardos, así como pequeñas instalaciones que por su situación en lugares de alto interés ecológico se consideran igualmente prioritarias, como son las zonas de Gredos, Picos de Europa, Cañón del Río Lobos y el Lago de Sanabria. Igualmente, en este bienio se actuará sobre los colectores y emisarios de Avila, Salamanca, Miranda de Ebro, Burgo de Osma y Zamora como los más importantes.

El número de instalaciones de depuración en Castilla y León es de 1.369 ( cuatro en construcción), de las que se encuentran operativas en mayor o menor grado 1.173.

Este alto número de instalaciones que representa casi el 30% de las existentes para el estado español es debido a la presencia masiva de fosas sépticas, acaparando el 60% de las existentes en todo el país. En cambio no dispone de ninguna depuradora con procesos avanzados en este momento, ni siquiera en construcción, como puede comprobarse en la tabla IV.5.

Si se estudia la situación desde el número de habitantes de hecho conectados a algún sistema de depuración, puede comprobarse en la tabla IV.6, que para poblaciones menores de 10.000 habitantes, el 73% de la población no dispone de ningún sistema de depuración, porcentaje que se reduce al 57% en poblaciones mayores de la mencionada cantidad. Esto indica que el porcentaje de población sin planta de tratamiento asciende al 65%, frente al 41% del país, lo que muestra muy a las claras el retraso de la región frente a otras Comunidades Autónomas.

A ese 65% de población que precisa no sólo planta depuradora, sino también la red de colectores, habría que añadirle aquella población que solamente dispone de tratamiento primario, que representa un 18%, por lo que el 83% de la población de hecho requiere actuaciones para cumplir la Directiva, y esto en el caso que el 17% restante se encuentre en condiciones operativas correctas y sus vertidos se adapten a lo exigido. Si estos mismos números, según los últimos datos, se refieren a población equivalente, sólo son conformes con la Directiva el 13,2% (siendo el 40,6% la media nacional) y otro 12,7% (13,2% nacional) se encuentra en fase de ampliación y/o modificación de sus infraestructuras, lo que sigue indicando un fuerte retraso en este campo.

Por otra parte, si se tienen en cuenta los valores restrictivos exigidos en el vertido al cauce, no solamente se precisará la construcción de colectores y depuradoras, sino que será preciso optimizar las existentes de manera que consigan alcanzar los límites de vertido para el que fueron diseñadas.



**TABLA IV.5  
INSTALACIONES DE DEPURACION EN CASTILLA Y LEON. (1994)**

TIPO DE INSTALACION	EN SERVICIO	FUERA DE SERVICIO	EN PROYECTO
Fosa séptica	1069	72	0
Tanque Imhof	13	32	0
Aireación prolongada	35	58	0
Lodos activos	17	13	2
Lechos bacterianos	1	0	0
Físico-químico	0	0	0
Contactores rotativos	2	0	0
Lechos turba	0	0	0
Lagunajes	21	0	1
Filtros verdes	4	0	0
Primario	6	4	0
Avanzado	0	0	0
Sin especificar	5	7	1
<b>TOTAL</b>	<b>1173</b>	<b>186</b>	<b>4</b>

Fuente: J.A. Rodriguez

**TABLA IV.6**  
**ESTADO DEL TRATAMIENTO. (1994)**

CASTILLA LEON	TRATAMIENTO PRIMARIO		TRATAMIENTO BIOLÓGICO		SIN CONECTAR	
	HABITANTES	%	HABITANTES	%	HABITANTES	%
P<10000	241.268	20	88.984	7	899.394	73
P>10000	220.374	17	351.280	26	755.298	57
TOTAL	461.642	18	440.264	17	1.654.692	65

Fuente: J.A. Rodriguez

Igualmente, será necesario llevar a cabo un estricto control de las aguas de origen industrial que se encuentran conexas a la red de colectores municipales, por las graves consecuencias que para el rendimiento de las instalaciones puedan tener las mismas.

Por último es de indicar, como ya se hace más extensivamente en otras partes de este estudio, la gran importancia de la cabaña ganadera en la región, lo que conlleva a que la población equivalente existente sea mucho más elevada que la población de hecho, que de acuerdo con los datos de Plan Regional de Saneamiento, asciende a:

-	Contaminación humana estival	2.851.595 h-e
-	Contaminación ganadera con vertido a colector municipal	4.502.945 h-e
-	Contaminación industrial	2.913.311 h-e

Lo que se traduce que para una población de derecho ligeramente superior a los dos millones y medio de habitantes, se soporta una carga contaminante muy elevada. En las cifras indicadas anteriormente no se han considerado los vertidos directos a cauces receptores, como son los cuatro millones y medios de población equivalente correspondiente a la ganadería no estabulada.

De acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento indicado con anterioridad, la Comunidad de Castilla y León espera poder cumplir los plazos establecidos en la Directiva comunitaria.

#### **4.3. Diagnóstico y problemática de la situación actual de la depuración de aguas residuales urbanas**

De forma resumida, a continuación se incluyen las conclusiones de la situación actual a modo de diagnóstico, las cuales son de aplicación tanto en la Comunidad de Castilla y León como de forma generalizada en el resto del país.

- Desigual distribución geográfica de la infraestructura sanitaria, así Valladolid, Zamora, León, etc, no disponen de depuradora mientras que otras capitales como Burgos, Soria o Avila disponen de instalaciones completas y modernas.
- Diversidad de sistemas de tratamiento, algunos de los cuales no cumplen los requisitos exigidos en función de la mayor o menor exigencia en el momento de su construcción, de los recursos económicos disponibles o del grado de prioridad asignados a la instalación.
- Diferentes niveles y calidad de gestión de los sistemas de saneamiento, lo que hace que en un número importante de instalaciones, la explotación y el mantenimiento sean incorrectos, con la falta de rendimiento y deterioro que ello conlleva.
- La mayor parte de las instalaciones existentes en la Comunidad de Castilla y León sirven a pequeños núcleos rurales, lo que representa un porcentaje de población mínimo y mediante sistemas que no cumplen los objetivos fijados en la Directiva; incluso una parte de los mismos se encuentran fuera de servicio.

- En la Comunidad de Castilla y León no se dispone de plantas depuradoras de tecnología avanzada que permitan la eliminación de compuestos de nitrógeno y fósforo.
- No todas las instalaciones de tratamientos denominados blandos alcanzan los rendimientos requeridos.

Igualmente no todas las plantas con tratamiento secundario están correctamente diseñadas y operadas.

De acuerdo con lo anteriormente indicado, se precisará una revisión y mejora de las instalaciones existentes con el fin de adaptarlas a los nuevos requerimientos fijados por la Directiva.

- Las plantas depuradoras construidas en la década de los años setenta y anteriores, han quedado en muchos casos obsoletas, o bien con un grado de envejecimiento muy importante, así como inadecuadas por la tecnología aplicada.

Igualmente existen plantas que por su antigüedad, se han quedado pequeñas en cuanto a capacidad de tratamiento, con la pérdida de rendimiento que esto conlleva.

- La red de saneamiento en numerosas ocasiones no existe, es mínima, insuficiente o deficiente, lo que lleva consigo la necesidad de grandes inversiones en la construcción o adecuación de las redes de colectores.

Por otra parte, la conservación y mantenimiento de la red de alcantarillado es mínima, y el conocimiento que se tiene de la misma es igualmente insuficiente. Según datos de una encuesta de la Federación Española de Municipios, realizada en 1.986, el 34% de los municipios dispone de cartografía adecuada y actualizada de las redes de colectores, mientras que el 17% no disponen de información ni siquiera parcial.

- Escasez de medios humanos, técnicos y económicos para una correcta explotación y mantenimiento de las instalaciones existentes, lo que en determinadas ocasiones ha llevado a la ruina y envejecimiento prematuro de las mismas.
- La precariedad de los medios económicos disponibles para la explotación y mantenimiento de las plantas de tratamiento, además de lo indicado anteriormente, ha conducido a la falta de formación de una parte importante del personal, a todos los niveles, intentando compensarse con la voluntariedad del mismo, lo que lleva consigo pérdidas de rendimiento de las instalaciones, así como ausencia de mejoras del proceso de depuración.
- Falta de control efectivo y riguroso, sobre todo en el pasado, por parte de la Administración responsable sobre las empresas contratadas para la explotación y mantenimiento de las instalaciones, así como sobre los vertidos realizados a los cauces-receptores.
- La falta de Ordenanzas Municipales, o el bajo control y cumplimiento de las mismas con respecto a los vertidos de aguas residuales industriales a los colectores municipales, trae consigo unos parámetros de depuración diferentes a los considerados en el diseño de las instalaciones, dando lugar a bajos rendimientos en la eliminación de contaminantes.

- El Plan Nacional de Depuración, considera como zonas sensibles los lagos de agua dulce que sean eutróficos, o que puedan llegar a serlo, si no se adoptan las medidas adecuadas. La existencia en la Comunidad de Castilla y León de un elevado número de embalses, aumenta potencialmente el número de zonas sensibles de la región.
- Inexistencia hasta la fecha actual de algún tipo de canon de saneamiento, sin la consecuente obtención de recursos con este fin.

Dentro de los aspectos más positivos de la situación actual del saneamiento de las aguas residuales urbanas en la Comunidad de Castilla y León, se podría destacar:

- Existencia y ejecución del Plan Regional de Saneamiento, realizado por la Dirección General de Urbanismo y Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León.
- Incremento notable de las inversiones en infraestructura de saneamiento, así como en estudios y proyectos, en los últimos años.
- Existencia de instrumentos legales en la Comunidad Autónoma que permitirán el establecimiento y recaudación del canon de saneamiento, lo que lleva consigo disponer de los fondos precisos para el correcto mantenimiento y explotación de las instalaciones existentes, o de futura construcción.
- Gran concienciación, tanto por parte de la población como de los responsables de las diferentes Administraciones, de los problemas medioambientales.

- Mejora continuada en los diseños y construcción de las plantas depuradoras debido a los avances tecnológicos de las empresas de ingeniería, consultoría y construcción de este sector.
- Existencia de un plan piloto (ya realizado) para depuradoras de tamaño pequeño y medio, con el fin de estudiar los procesos, rendimientos, tipo y forma de operación, etc.

Igualmente, debido al incremento del volumen de negocio, la existencia de más competencia y mejor control por parte de la Administración ha dado lugar a una mejora sensible en la calidad del servicio ofrecido por las compañías dedicadas a la explotación y mantenimiento de las depuradoras.

#### **4.4. Objetivos del Plan Nacional de Saneamiento**

El Plan Nacional de Saneamiento, aprobado por el Consejo de Ministros en el mes de febrero de este año, ha sido diseñado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, en colaboración con las diferentes comunidades Autónomas que conforman el país, definiendo, de acuerdo con la Directiva 91/271/CEE, entre otros, los siguientes puntos:

- Zonas sensibles y menos sensibles de la geografía nacional.
- Necesidades de infraestructura de las redes de saneamiento.
- Necesidades de infraestructura de la depuración de aguas residuales urbanas.



- Estimación del costo de la inversión en infraestructuras, tanto para las redes de saneamiento como de depuración. Este coste hasta el año 2.005 ha sido estimado en 1,8 billones de pesetas.
- Igualmente el MOPTMA prevee una inversión en emisarios submarinos de 89.305 MM de pts y otros 10.000 MM más en proyectos de desarrollo tecnológico, con lo que la inversión total estimada alcanza la cifra de 1.906.985 MM de pts.
- Recomendaciones para una eficaz gestión de los sistemas de saneamiento y depuración con el fin de conseguir una adecuada explotación y mantenimiento de los mismos.
- Marcar las pautas para la tipología de los procesos de tratamiento y diseño de las instalaciones, de acuerdo con los diferentes condicionantes en cuanto a calidad del vertido a los cauces receptores y tamaño de las instalaciones.
- Reflexiones sobre la gran importancia de la reutilización del agua, así como de los fangos producidos en las instalaciones de depuración.
- Énfasis en que las obras de infraestructuras precisas sean respetuosas con el medio ambiente, tanto en las fases de construcción como de operación.
- El Plan Nacional de saneamiento tiene como fin último, la coordinación de las diferentes actuaciones entre el MOPTMA y las Administraciones involucradas en estos temas, así como facilitar el cumplimiento de la Directiva en los plazos previstos; ya que aunque la responsabilidad directa del saneamiento recae en las corporaciones locales y comunidades autónomas, el Estado es el garante del cumplimiento de la Directiva ante la Unión Europea.

Dentro de las prioridades fijadas por el MOPTMA se encuentran las siguientes:

- Saneamiento de ríos transfronterizos.
- Saneamiento de áreas clasificadas como sensibles o de alto valor medioambiental, como pueden ser los entornos de Doñana, La Albufera de Valencia, Mar Menor, Tablas de Daimiel, Lagunas de Ruidera, etc.
- Saneamiento de ríos que vierten al Mediterráneo, debido al incremento de la degradación ambiental de este mar, y el enorme impacto que la actividad del sector turístico en esta zona tiene para la economía del país.
- Proyectos con tecnologías avanzadas que permitan la reutilización de los efluentes de las estaciones de depuración, fundamentalmente en zonas de escasos recursos hídricos.
- Proyectos que incluyan tratamientos adecuados de los fangos formados, de tal forma que permitan su reutilización con destino a la agricultura.
- Zonas con economías deprimidas y que de forma individualizada no puedan hacer frente a las necesidades de infraestructuras, o bien que impliquen mejoras socio-económicas importantes en la zona, como desarrollo del turismo.
- Intervenciones que afecten a cauces en los que los planes Hidrológicos hayan definido unos objetivos de calidad estrictos o que impliquen a más de una Comunidad Autónoma.

Como complemento del Plan Nacional de Depuración, la Dirección General de la Calidad de las Aguas del MOPTMA, ha lanzado el proyecto PICRHA, consistente en la realización de una serie de planes integrales de las diferentes cuencas, para la restauración hidrológica ambiental de las mismas. En este momento se encuentra en ejecución la primera fase.

Con la culminación del Plan Nacional de Depuración se conseguirá que las aguas continentales de las diferentes cuencas adquieran un grado de calidad importante, de acuerdo con la normativa europea.

Ahora bien, sobre los ríos y sus zonas asociadas se detectan alteraciones de distinta naturaleza, unas ambientales y otras hidrológicas.

Entre las alteraciones hidrológicas es preciso destacar la inestabilidad, erosión y socavación de cauces; las sedimentaciones; la inestabilidad de márgenes y riberas; las inundaciones por disminución de la capacidad de desagüe; las que afectan a los caudales mínimos y las que pueden condicionar la existencia de humedades.

En cuanto a las ambientales, destacan las condiciones eutróficas en cursos y masas de agua; la degradación de flora y fauna; las explotaciones abandonadas de áridos; la desaparición de los bosques de galería; los usos sociales del Dominio Público Hidráulico inadecuados a las características de las zonas; el vertido de sólidos y líquidos agresivos con el entorno, y la pérdida de cubierta vegetal con la consiguiente pérdida de suelos fértiles, siendo necesario realizar una serie de medidas concretas que permitan recuperar, conservar y mejorar las características hidrológicas y ambientales de los mismos.

El conjunto de estas medidas se contemplan en los planes integrales de cuenca (PICRHA), que pretenden solucionar los problemas existentes con las siguientes actuaciones:

- Acondicionamiento de cauces.

Mejoras de las condiciones hidráulicas de los cauces mediante "actuaciones blandas", que fundamentalmente consistirán en su limpieza, recuperando su capacidad de desagüe, la estabilidad y defensa de los márgenes y el reperfilado y sostenimiento de los taludes.

- Restauración del medio ambiente hidráulico.

Se realiza una recuperación, protección y mejora del entorno natural hidráulico en cauces de río y embalses, mediante la recuperación de márgenes y riberas, con repoblaciones forestales allí donde sea necesario. También se realizarán actuaciones específicas en zonas singulares de elevado valor medioambiental y se realizará un mantenimiento cuidadoso de los caudales mínimos.

- Potenciación del uso social del medio hidráulico.

El PICRHA realizará dos tipos de actuaciones:

Por un lado las que integren el medio hidráulico en el entorno, con un tratamiento específico para áreas urbanas y periurbanas y facilitando el acceso a cauces y embalses.

Por otro, se adoptarán medidas concretas que compatibilicen el uso social del medio hidráulico con su protección. Para ello se ordenará el uso de los embalses y se adaptarán, junto con los cauces, al uso social previsto.

- Alcance del proyecto.

El proyecto contempla un plan de actuación, a desarrollar en un horizonte temporal comprendido entre cinco y ocho años. En concordancia con las primeras estimaciones de la planificación hidrológica la valoración inicial de las inversiones necesarias para mejoras y protección medioambientales ascendería a 50.000 millones de pesetas. El reparto de esta cantidad sería el siguiente:

- Caudales ambientales (acondicionamiento de cauces, limpiezas, capacidad de desagüe): 10.000 millones.
- Planes hidrológico-forestales de conservación de suelo y restauración de márgenes y riberas, (exceptuadas la repoblación de vertientes a embalses y lucha contra la erosión): 20.000 millones.
- Entorno de embalses, zonas húmedas y glaciares: 12.000 millones.
- Fomento del uso social del Dominio Público Hidráulico: 8.000 millones.

Una vez realizada la primera fase, actualmente en ejecución, del Proyecto PICRHA, es decir, de la evaluación y priorización de actuaciones, podrán ser desglosadas más detalladamente, tanto desde el punto de vista conceptual como territorial, las acciones a realizar.

#### **4.5. Objetivos del Plan Regional de Saneamiento. Situación horizonte**

Hay que contrastar el diagnóstico de la situación actual con el escenario deseado, para conocer desviaciones y plantear las adecuadas acciones correctoras que lleven a ese futuro mejor.

Este escenario deseado se puede resumir en varios rasgos esenciales.

- En las cabeceras de los ríos de la Comunidad hay una mayor sensibilidad hacia la calidad del agua por su importancia en la valoración del paisaje, por las exigencias de la fauna fluvial y por el uso para el abastecimiento de poblaciones pequeñas que no pueden gastar mucho dinero en tratamientos complejos para hacer potable el agua.
- En los tramos medios y bajos de los ríos se desea recuperar la posibilidad del baño en las tradicionales playas fluviales, la armonía en los paseos por las riberas urbanas, el uso para abastecimiento con un tratamiento adecuado y el uso para el riego sin ninguna clase de problema, todo ello en equilibrio con una fauna que se puede tipificar como ciprinícola.

La situación horizonte puede describirse también a través de los objetivos a llevar a cabo en el Plan Regional de Saneamiento cuya aproximación progresiva se pretende conseguir:

- Extensión del área de salmónidos y ciprínidos a la práctica totalidad de su hábitat originario, de forma que todos los cauces principales alcancen su potencialidad en lo que a vida piscícola se refiere.

- Posibilidad de baños y usos recreativos en todo el ámbito de la red fluvial, si bien en unos casos será con aptitud total y en otros tan solo ocasional por falta de caudal suficiente.
- Mantenimiento en su estado originario de todos los ríos y arroyos situados en parajes catalogados en la Red de Espacios Naturales de Castilla y León.
- Calificación, respecto de los usos para potabilización, mediante filtración y desinfección en todas las cabeceras, y con tratamiento físico - químico y desinfección al menos, en el resto de la red principal.
- Control de la situación de oligotrofia o como mucho mesotrofia en los embalses.
- Circulación de unos caudales mínimos de estiaje en la red.
- Eliminación del impacto visual que los vertidos producen en todos los arroyos, aunque no incidan en la calidad de la red general, y de las molestias originadas en localidades de aguas abajo cuando el cauce receptor las atraviesa o contornea.

A En los gráficos IV.7 y IV.8 se recogen el escenario natural hidráulico en la Comunidad y la situación objetivo, respectivamente una vez llevadas a cabo todas las obras de infraestructura precisas para cumplir la normativa 91/271/CEE.

EL ESCENARIO NATURAL HIDRAULICO

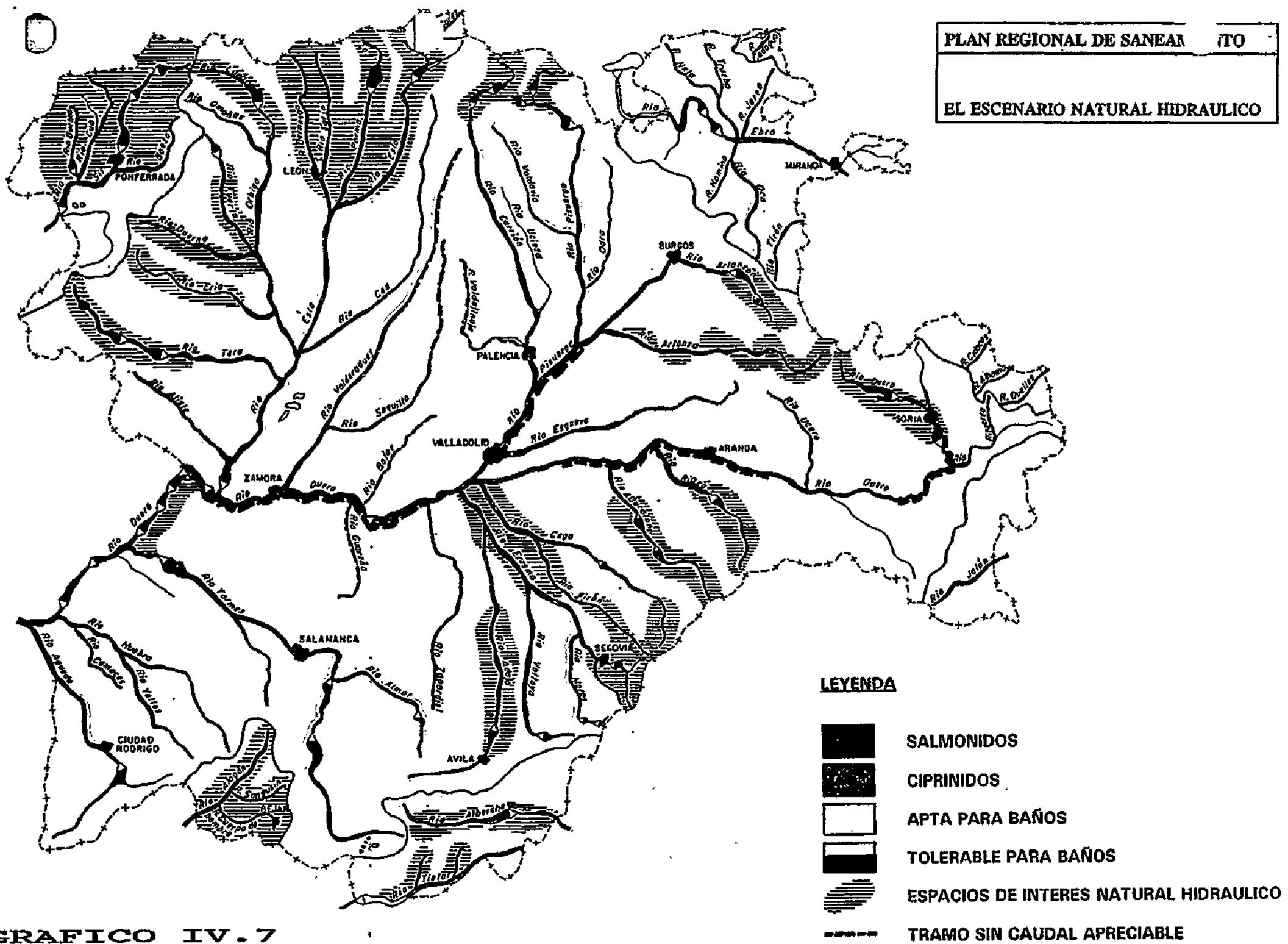
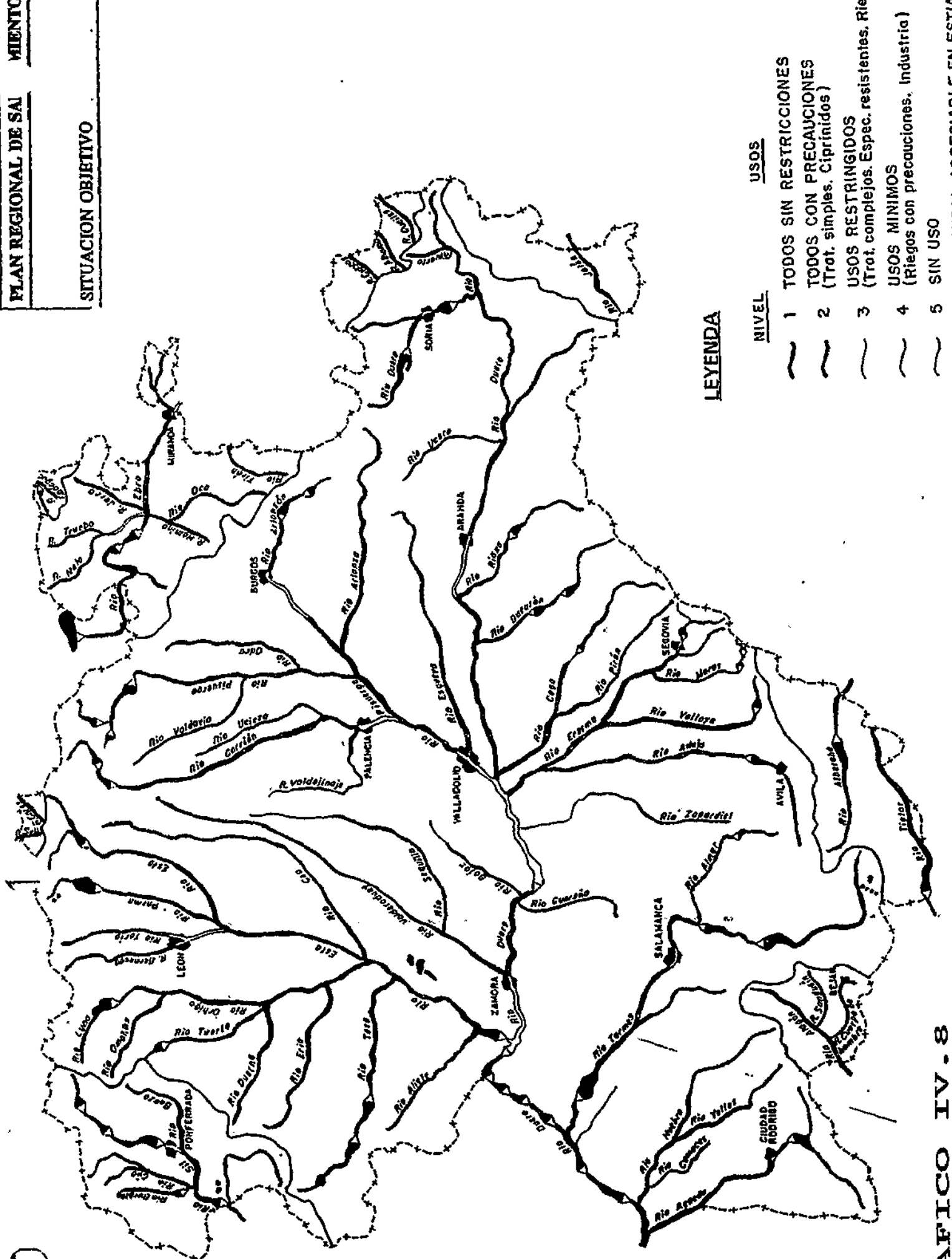


GRAFICO IV.7





**LEYENDA**

NIVEL	USOS
1	TODOS SIN RESTRICCIONES
2	TODOS CON PRECAUCIONES (Trot. simples, Ciprinidos)
3	USOS RESTRINGIDOS (Trot. complejos, Espec. resistentes, Riego)
4	USOS MINIMOS (Riegos con precauciones, Industria)
5	SIN USO

**ESTUDIO PILOTO: "Efecto de la adaptación a la Normativa Comunitaria  
de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas en Castilla y León"**

---

**CAPITULO V**

**NECESIDADES, COSTE Y FINANCIACION DE LA ADAPTACION DE LA  
ADAPTACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO A LA  
DIRECTIVA 91/271/CEE**

---

Madrid, Noviembre 1995

***CAPITULO V: NECESIDADES, COSTE Y FINANCIACION DE LA ADAPTACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO A LA DIRECTIVA 91/271/CEE***

De acuerdo con la Directiva 91/271/CEE va a ser preciso acometer un elevado número de actuaciones en la Comunidad de Castilla y León con el fin de alcanzar los objetivos previstos en la mencionada Directiva, como ya se ha indicado con anterioridad, los hitos de actuaciones son los siguientes:

**I - Al 31 de diciembre de 1.993. Planificación aprobada**

- \* En la actualidad la Junta de Castilla y León dispone de un Plan Regional de Saneamiento aprobado, donde se recogen las actuaciones previstas por la Directiva. Este Plan Regional de Saneamiento se encuentra incluido en el Plan Nacional de Depuración del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.

**II - Al 31 de diciembre de 1.993. Acciones en zonas sensibles.**

- \* No afecta directamente a Castilla y León al no existir núcleos con más de 10.000 habitantes equivalentes que viertan a las zonas en la actualidad declaradas como sensibles, aunque se van a llevar a cabo estudios sobre zonas potencialmente sensibles para deducir la necesidad de instalar tratamientos avanzados, en los núcleos superiores a aquel tamaño que lo pudieran requerir.

### III - Al 31 de diciembre de 2.0001. Acciones en núcleos grandes.

- \* Construcción de colectores y depuradoras en 39 poblaciones con más de 15.000 habitantes equivalentes.

### IV - Al 31 de diciembre de 2.005. Acciones en núcleos medianos y pequeños.

- \* Construcción de colectores y depuradoras con tratamiento secundario en 237 municipios entre 2.000 y 15.000 habitantes equivalentes.
- \* Construcción de depuradoras, con tratamiento adecuado a la calidad del agua exigible en el medio receptor, en aquellos núcleos de población con menos de 2.000 habitantes equivalentes. Este Plan incluye en este grupo a 576 localidades ubicadas en espacios naturales catalogados en la Red Regional y constituye, además, un fondo para acometer la depuración de casos singulares.

#### **5.1. Necesidades de actuación**

De acuerdo con la situación actual de infraestructura de saneamiento y depuración en la Comunidad de Castilla y León, ya indicada en el capítulo IV, y las necesidades precisas para alcanzar la calidad prevista de acuerdo con la Directiva Comunitaria, debe llevarse a cabo un importante número de actuaciones, no sólo en el parque de depuradoras, sino también en la red de colectores.

Es de destacar que de acuerdo con la Directiva, los sistemas de depuración deben realizarse para la población equivalente, lo que supone aumentar de forma notable la capacidad de las estaciones depuradoras, debido fundamentalmente a la elevada

cabaña ganadera de la región, así como en zonas muy determinadas, por los vertidos industriales a las redes de colectores de aguas residuales urbanas.

En la tabla V.1 se incluye la relación de actuaciones previstas en el Plan Regional de Saneamiento, indicando la población de derecho y las poblaciones equivalentes correspondientes a la cabaña ganadera estabulada y a la industria que vierten a colectores municipales. Igualmente se incluye la población equivalente utilizada para el diseño.

### **5.2. Etapas para la construcción de la infraestructura necesaria en Castilla y León**

La ejecución de la infraestructura necesaria en la región de acuerdo con lo previsto en el Plan Regional de Saneamiento, y con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de calidad fijados en la Directiva 91/271/CEE, se ha dividido en tres etapas

En la **primera etapa** se programan las actuaciones de depuración correspondientes a las subcuencas fluviales que reúnen los más exigentes requerimientos de calidad del agua, al tiempo que están sometidas a mayor presión contaminante, Eresma-Voltoya, Bernesga-Torío, Carrión, Alberche y espacios naturales de la cabecera del Duero, del Tormes y Tiétar (Gredos), del Esla-Porma y Sella-Cares (Picos de Europa). Además, se incluye en esta etapa la depuración de la mayoría de las aglomeraciones urbanas con más de 15.000 habitantes. de hecho. que aún no tienen depuradora y no están comprendidas en las subcuencas indicadas anteriormente.

De esta manera, en la primera etapa se atiende a las determinaciones de la Directiva Europea y se lleva a cabo el saneamiento general de las cuencas fluviales más afectadas por la contaminación. Ello supone realizar actuaciones en las nueve provincias y en las cuatro grandes cuencas hidrográficas.

TABLA V.1

## MUNICIPIOS DE LA REGION CON MAS DE 2.000 HABITANTES-EQUIVALENTES

POBLACION	Nº HABITANTES	HABITANTES EQUIV. GANADERIA	HABITANTES EQUIV. INDUSTRIA	HABITANTES EQUIV. TOTALES	HABITANTES EQUIV. DISEÑO
VALLADOLID	345.259	0	232.123	577.382	692.858
BURGOS	169.279	12.004	236.522	417.805	501.366
SALAMANCA	185.992	18.498	46.044	250.534	300.641
LEON	146.270	4.086	42.763	193.119	231.743
PALENCIA	81.905	12.995	62.493	157.393	188.872
SEGOVIA	58.063	22.850	21.075	101.988	122.386
ZAMORA	68.202	0	10.880	79.082	94.898
PONERRADA	59.444	0	14.702	74.147	88.976
AVILA	49.868	8.340	12.083	70.291	84.349
SORIA	35.424	7.476	19.163	62.063	74.476
MIRANDA DE EBRO	37.224	3.260	17.617	58.101	69.721
ARANDA DE DUERO	29.288	0	20.449	49.737	59.684
S.ANDRES DE RABANEDO	21.643	8.921	14.290	44.854	53.825
MEDINA DEL CAMPO	20.488	3.527	12.791	36.806	44.167
VILLABLINO	15.621	9.097	8.779	33.497	40.196
BEJAR	16.973	8.069	6.419	31.461	37.753
BENAVENTE	14.375	8.084	5.003	27.462	32.954
ASTORGA	13.487	10.731	2.690	26.908	32.290
COCA	1.995	24.099	0	26.094	31.313
TORO	9.649	12.173	2.926	24.748	29.698
PEÑARANDA DE BRACAM.	6.281	11.991	3.988	22.260	26.712
VITIGUDINO	3.108	16.451	2.303	21.862	26.234
ALBA DE TORMES	4.404	15.436	1.699	21.539	25.847
ESPINAR,EL	5.076	14.826	1.499	21.401	25.681
VILLARCAYO	4.121	12.443	4.784	21.348	25.618
TORDESILLAS	7.632	10.871	2.089	20.592	24.710
ESCOBAR DE POLENDOS	225	19.986	0	20.211	24.253
SANCHONUÑO	9.724	9.724	0	19.448	23.338
TIEMBLO,EL	3.789	13.926	758	18.473	22.168
CIUDAD RODRIGO	14.948	0	3.254	18.202	21.842
AGUILAR DE CAMPOO	7.476	6.366	4.224	18.066	21.679
ALARAZ	664	17.364	0	18.028	21.634
ESPEJA	309	17.583	0	17.892	21.470
AGUILAFUENTE	8.620	8.620	0	17.240	20.688
FUENTESAUCO DE FUENTIDUEÑA	8.416	8.416	0	16.832	20.198
ALDEA REAL	8.399	8.399	0	16.798	20.158
LAGUNA DE DUERO	11.618	0	4.472	16.090	19.308
PEÑAFIEL	5.003	7.946	2.974	15.923	19.108
CESPEDOSA DE TORMES	673	15.106	0	15.779	18.935
MEDINA DE POMAR	5.584	7.964	2.110	15.658	18.790
SANTA MARINA DEL REY	2.625	12.952	0	15.577	18.692
ALDEATEJADA	520	14.527	0	15.047	18.056
BODON,EL	401	14.634	0	15.035	18.042
AYLLON	1.286	13.632	0	14.918	17.902
VILVIESTRE DEL PINAR	764	14.050	0	14.814	17.777

TABLA V.1

## MUNICIPIOS DE LA REGION CON MAS DE 2.000 HABITANTES-EQUIVALENTES

POBLACION	Nº HABITANTES	HABITANTES EQUIV. GANADERIA	HABITANTES EQUIV. INDUSTRIA	HABITANTES EQUIV. TOTALES	HABITANTES EQUIV. DISEÑO
FUENTES DE OÑORO	1.512	13.265	0	14.777	17.732
NAVA DE LA ASUNCION	2.632	12.100	0	14.732	17.678
YANGUAS DE ERESMA	7.335	7.335	0	14.670	17.604
VILLAQUILAMBRE	5.174	7.426	1.645	14.245	17.094
MAYORGA	1.482	12.456	0	13.938	16.726
CISTIerna	4.838	7.668	1.390	13.896	16.675
GUARDO	9.116	0	4.767	13.883	16.660
PEDROSILLO	497	13.222	0	13.719	16.463
STA.MARTA DE TORMES	6.868	0	6.726	13.594	16.313
CABEZUELA	694	12.540	0	13.234	15.881
CALZADA DE VALDUNCIEL	653	12.542	0	13.195	15.834
CARPIO DE AZABA	113	13.007	0	13.120	15.744
VENTA DE BAÑOS	6.999	2.874	3.127	13.000	15.600
VILLALBA DE LOS LLANOS	194	12.726	0	12.920	15.504
TORRECABALLEROS	289	12.352	0	12.641	15.169
CANDELEDA	4.992	5.928	1.699	12.619	15.143
BEMBIBRE	10.523	0	2.020	12.543	15.052
CABRILLAS	612	11.875	0	12.487	14.984
CHOZAS DE ABAJO	2.258	10.180	0	12.438	14.926
ARAPILES	480	11.905	0	12.385	14.862
CUELLAR	9.071	0	3.132	12.203	14.644
ALDEHUELA DE YELTES	395	11.749	0	12.144	14.573
BAÑEZA,LA	9.712	0	2.419	12.131	14.557
GOMEZSERRACIN	659	11.461	0	12.120	14.544
TORRECILLA DEL PINAR	326	11.733	0	12.059	14.471
VILLALON DE CAMPOS	2.179	9.065	814	12.058	14.470
MOZARBEZ	324	11.698	0	12.022	14.426
NAVAS DE ORO	1.473	10.449	0	11.922	14.306
POZOS DE HINOJO	108	11.744	0	11.852	14.222
POLA DE GORDON,LA	5.697	4.750	1.274	11.721	14.065
SAN JUSTO DE LA VEGA	2.275	9.399	0	11.674	14.009
CARRASCAL DEL RIO	5.836	5.836	0	11.672	14.006
VILLAMURIEL DE C.	4.015	5.633	1.982	11.630	13.956
PIEDRAHITA	2.242	9.231	0	11.473	13.768
VILLASECO DE LOS REYES	380	11.081	0	11.461	13.753
TUDELA DE DUERO	4.840	4.649	1.959	11.448	13.738
MARTIN DE YELTES	597	10.834	0	11.431	13.717
YECLA DE YELTES	406	11.001	0	11.407	13.688
AREVALO	7.384	0	3.835	11.219	13.463
TORDILLOS	581	10.594	0	11.175	13.410
ANAYA DE ALBA	357	10.665	0	11.022	13.226
MANGANES DE LA LAM	920	10.052	0	10.972	13.166
SALDAÑA	3.076	7.794	0	10.870	13.044
S.ESTEBAN DE GORMAZ	3.515	6.440	885	10.840	13.008
ALMAZAN	5.976	0	4.838	10.814	12.977

TABLA V.1

MUNICIPIOS DE LA REGION CON MAS DE 2.000 HABITANTES-EQUIVALENTES

POBLACION	Nº HABITANTES	HABITANTES EQUIV. GANADERIA	HABITANTES EQUIV. INDUSTRIA	HABITANTES EQUIV. TOTALES	HABITANTES EQUIV. DISEÑO
CUBO DE D.SANCHO,EL	678	10.136	0	10.814	12.977
SANTA Mª DEL CAMPO	676	9.889	0	10.565	12.678
BAÑOBAREZ	476	10.085	0	10.561	12.673
BERLANGA DE DUERO	1.279	9.228	0	10.507	12.608
ALMARZA	627	9.779	0	10.406	12.487
VILLALMANZANO	428	9.948	0	10.376	12.451
DUEÑAS	3.117	7.232	0	10.349	12.419
SAN PEDRO DEL VALLE	142	10.073	0	10.215	12.258
SANGARCIA	510	9.685	0	10.195	12.234
MEDINA DE RIOSECO	4.945	3.628	1.322	9.895	11.874
NAVALUENGA	1.844	8.036	0	9.880	11.856
TORDOMAR	386	9.476	0	9.862	11.834
CASTELLANOS DE MORIS	326	9.504	0	9.830	11.796
ADANERO	368	9.461	0	9.829	11.795
CERVERA DE PISUERGA	2.741	7.071	0	9.812	11.774
VILLAFILA	623	9.177	0	9.800	11.760
MATILLA DE LOS CAÑOS	727	9.064	0	9.791	11.749
LANGA DE DUERO	977	8.731	0	9.708	11.650
FUENTESOTO	4.826	4.826	0	9.652	11.582
ISCAR	5.664	0	3.941	9.605	11.526
MILAGROS	424	9.174	0	9.598	11.518
MELGAR DE FERNAMENTAL	2.109	6.621	845	9.575	11.490
BOADA	474	9.095	0	9.569	11.483
ALDEHUELA DE LA BOVEDA	427	9.076	0	9.503	11.404
CARRASCAL DE BARREGA	278	9.212	0	9.490	11.388
SAHAGUN	3.363	5.336	743	9.442	11.330
SANTIAGO DE LA PUEBLA	632	8.751	0	9.383	11.260
BERNARDOS	810	8.527	0	9.337	11.204
TORCAJO-MEDIANERO	447	8.867	0	9.314	11.177
BELORADO	2.185	7.128	0	9.313	11.176
GUIJUELO	4.755	0	4.331	9.086	10.903
CARRION DE LOS CONDES	2.537	6.531	0	9.068	10.882
FRUMALES	272	8.716	0	8.988	10.786
NARROS DE MATALAYEGUA	300	8.612	0	8.912	10.694
LANTADILLA	518	8.393	0	8.911	10.693
CARRIZO	2.705	6.194	0	8.899	10.679
GARRAY	295	8.583	0	8.878	10.654
CHAÑE	704	8.122	0	8.826	10.591
SAELICES DE MAYORGA	216	8.502	0	8.718	10.462
QUIRUELAS DE VIDRIAL	1.054	7.655	0	8.709	10.451
FABERO	6.285	0	2.419	8.704	10.445
ARENAS DE SAN PEDRO	6.153	0	2.466	8.619	10.343
BRIVIESCA	5.775	0	2.839	8.614	10.337
VALDELOSA	393	8.200	0	8.593	10.312
HINOJOSA DE DUERO	813	7.776	0	8.589	10.307

1



TABLA V.1

MUNICIPIOS DE LA REGION CON MAS DE 2.000 HABITANTES-EQUIVALENTES

POBLACION	Nº HABITANTES	HABITANTES EQUIV. GANADERIA	HABITANTES EQUIV. INDUSTRIA	HABITANTES EQUIV. TOTALES	HABITANTES EQUIV. DISEÑO
SANCTI-SPIRITUS	1.118	7.466	0	8.584	10.301
BOÑAR	2.840	5.657	0	8.497	10.196
VILORIA	347	8.114	0	8.461	10.153
ARCOS DE JALON	2.045	6.372	0	8.417	10.100
SANTIBANEZ DE BEJAR	649	7.750	0	8.399	10.079
VILLAFRANCA DEL B.	4.136	3.489	767	8.392	10.070
CARRACEDELO	3.441	4.338	517	8.296	9.955
BERROCAL DE HUEBRA	131	8.142	0	8.273	9.928
BUENAMADRE	185	8.074	0	8.259	9.911
ZARZUELA DEL PINAR	606	7.643	0	8.249	9.899
LEDRA	600	7.602	0	8.202	9.842
CASTILLEJO DE MARTIN	324	7.803	0	8.127	9.752
VILLAREJO DE ORBIGO	3.508	4.598	0	8.106	9.727
VILLARRIN DE CAMPOS	551	7.547	0	8.098	9.718
SANTA INES	203	7.754	0	7.957	9.548
ROBLA,LA	5.399	0	2.537	7.936	9.523
VALDUNCIEL	97	7.820	0	7.917	9.500
RODA DE ERESMA	97	7.710	0	7.807	9.368
GALLEGOS DE ARGANAÑ	524	7.228	0	7.752	9.302
SARIEGOS	1.683	6.054	0	7.737	9.284
CABEZON	1.494	6.222	0	7.716	9.259
VILLANGOMEZ	348	7.336	0	7.684	9.221
QUINTANILLA DE ONESIMO	1.079	6.519	0	7.598	9.118
HERNANSANCHO	234	7.308	0	7.542	9.050
VILLADIEGO	2.125	4.605	774	7.504	9.005
CABIA	192	7.247	0	7.439	8.927
VILLAHOZ	433	6.997	0	7.430	8.916
PERERUELA	823	6.522	0	7.345	8.814
MARTINMUÑOZ DE LA P.	573	6.752	0	7.325	8.790
MORALES DEL VINO	1.192	6.111	0	7.303	8.764
CASTELLANOS DE VILJI	433	6.853	0	7.286	8.743
SALAS DE LOS INFANTES	2.056	4.623	548	7.227	8.672
LOSA,LA	267	6.948	0	7.215	8.658
CABRERIZOS	907	6.265	0	7.172	8.606
PERDIGON,EL	856	6.295	0	7.151	8.581
TORDEHUMOS	590	6.527	0	7.117	8.540
AVELLANOSA DE MUÑO	208	6.899	0	7.107	8.528
VILLASECO DE LOS GAMOS	237	6.857	0	7.094	8.513
BURGO DE OSMÁ	5.054	0	1.994	7.048	8.458
VALBUENA DE DUERO	501	6.507	0	7.008	8.410
ALFOZ DE QUINTANADUENA	472	6.533	0	7.005	8.406
BENAVIDES	2.899	3.892	0	6.791	8.149
CIMANES DEL TEJAR	1.139	5.634	0	6.773	8.128
VILLANUEVA DEL CAMPO	1.131	5.591	0	6.722	8.066
MOLINASECA	731	5.927	0	6.658	7.990

TABLA V.1

## MUNICIPIOS DE LA REGION CON MAS DE 2.000 HABITANTES-EQUIVALENTES

POBLACION	Nº HABITANTES	HABITANTES EQUIV. GANADERIA	HABITANTES EQUIV. INDUSTRIA	HABITANTES EQUIV. TOTALES	HABITANTES EQUIV. DISEÑO
VEGAS DEL CONDADO,	1.481	5.159	0	6.640	7.968
FUENTEAGUINALDO	936	5.686	0	6.622	7.946
OSORNO LA MAYOR	1.785	4.670	0	6.455	7.746
RIOFRIO DE ALISTE	1.011	5.420	0	6.431	7.717
COLLADO DE CONTRERAS	278	6.123	0	6.401	7.681
VALDEARCOS	150	6.221	0	6.371	7.645
POZUELO DEL PARAMO	741	5.628	0	6.369	7.643
MOLACILLOS	338	6.016	0	6.354	7.625
ALBORNOS	268	6.032	0	6.300	7.560
JAMPONARAYA	2.991	3.261	0	6.252	7.502
PALACIOS DE LA SIERRA	68	6.111	0	6.179	7.415
PINAREJOS	242	5.900	0	6.142	7.370
ZAZUAR	254	5.886	0	6.140	7.368
BENEGILES	451	5.604	0	6.055	7.266
QUINTANAR DE LA S.	2.065	3.297	649	6.011	7.213
PEÑARANDA DE DUERO	612	5.383	0	5.995	7.194
ARANDILLA	193	5.802	0	5.995	7.194
MORON DE ALMAZAN	262	5.728	0	5.990	7.188
BUSTILLO DE CHAVES	119	5.833	0	5.952	7.142
FUENTESTRUN	72	5.863	0	5.935	7.122
BUSTILLO DEL PARAMO	2.137	3.727	0	5.864	7.037
ARABAYONA	578	5.186	0	5.764	6.917
TEJEDO	252	5.389	0	5.641	6.769
CALVARRASA DE ABAJO	1.024	4.612	0	5.636	6.763
PIEDRALAVES	2.086	3.509	0	5.595	6.714
TIÑOSILLOS	747	4.766	0	5.513	6.616
MORALEJA DEL VINO	1.177	4.275	0	5.452	6.542
SOTO DE LA VEGA	2.132	3.282	0	5.414	6.497
FUENTES DE NAVA	878	4.505	0	5.383	6.460
RIVILLA DE BARAJAS	100	5.280	0	5.380	6.456
ABADES.	915	4.408	0	5.323	6.388
CABEZAS DE ALAMBRE	259	5.030	0	5.289	6.347
VALDERAS	2.380	2.878	0	5.258	6.310
CACABELOS	4.216	0	1.031	5.247	6.296
HERRERA DE PISUERGA	2.628	2.616	0	5.244	6.293
CANDILICHERA	259	4.939	0	5.198	6.238
VALDERREY	770	4.413	0	5.183	6.220
SASAMON	1.463	3.711	0	5.174	6.209
NAVAS DEL MARQUES	4.087	0	1.062	5.149	6.179
CORDOBILLA LA REAL	125	5.024	0	5.149	6.179
LANGA	589	4.516	0	5.105	6.126
MACHACON	546	4.552	0	5.098	6.118
VALDEVIMBRE	1.274	3.806	0	5.080	6.096
HINIESTA,LA	412	4.633	0	5.045	6.054
GRADEFES	1.399	3.616	0	5.015	6.018

TABLA V.1

## MUNICIPIOS DE LA REGION CON MAS DE 2.000 HABITANTES-EQUIVALENTES

POBLACION	Nº HABITANTES	HABITANTES EQUIV. GANADERIA	HABITANTES EQUIV. INDUSTRIA	HABITANTES EQUIV. TOTALES	HABITANTES EQUIV. DISEÑO
LOMA <sup>o</sup>	64	4.93	0	4.997	5.996
TORENO	4.950	0	0	4.950	5.940
SAN ILDEFONSO	4.938	0	0	4.938	5.926
PEÑAUSENDE	548	4.350	0	4.898	5.878
VALDOCONDES	494	4.397	0	4.891	5.869
BARRUELO DE SANT.	2.187	2.696	0	4.883	5.860
TORQUEMADA	1.305	3.522	0	4.833	5.800
MALVA	254	4.578	0	4.832	5.798
BURGANES DE VALVERDE	860	3.969	0	4.829	5.795
ALLATURIEL	1.712	3.101	0	4.813	5.776
SOLOSANCHO	1.156	3.617	0	4.773	5.728
CUADROS	1.715	3.044	0	4.759	5.711
SANTA CRISTINA DE LA	1.337	3.367	0	4.704	5.645
BERMILLO DE SAGAYO	1.629	3.049	0	4.678	5.614
COVALEDA	2.079	2.579	0	4.658	5.590
OLMEDO	3.637	0	1.015	4.652	5.582
VALDEFRESNO	1.547	3.046	0	4.593	5.512
CEBREROS	3.908	0	649	4.557	5.468
VALLE DE MENA	3.980	0	569	4.549	5.459
VALENCIA DE D.JUAN	3.917	0	566	4.483	5.380
GALLEGOS DEL RIO	933	3.435	0	4.368	5.242
AGREDA	3.627	0	675	4.302	5.162
BOLAÑOS DE CAMPOS	405	3.851	0	4.256	5.107
LUMBRALES	2.291	0	1.876	4.167	5.000
GARCHIHERNANDEZ	605	3.491	0	4.096	4.915
PARADINAS DE S.JUAN	614	3.412	0	4.026	4.831
VALVERDE DE LA V.	3.776	0	0	3.776	4.531
PEDRAJAS DE SAN E.	3.061	0	649	3.710	4.452
TORRE DEL BIERZO	3.410	0	0	3.410	4.092
SOTILLO DE LA ADRADA	3.408	0	0	3.408	4.090
BARCO DE AVILA,EL	2.515	0	767	3.282	3.938
LERMA	2.415	0	861	3.276	3.931
CANTALEJO	3.227	0	0	3.227	3.872
NAVA DEL REY	2.249	0	968	3.217	3.860
VEGA DE ESPINAREDA	3.212	0	0	3.212	3.854
SANTA MARIA DEL P.	3.070	0	0	3.070	3.684
PORTILLO	2.510	0	446	2.956	3.547
OLVEGA	2.909	0	0	2.909	3.491
MOJADOS	2.127	0	779	2.906	3.487
ROA	2.211	0	687	2.898	3.478
HOYO DE PINARES	2.597	0	0	2.597	3.116
PAREDES DE NAVA	2.551	0	0	2.551	3.061
SIMANCAS	2.031	0	519	2.550	3.060
IGUEÑA	2.459	0	0	2.459	2.951
SABERO	2.423	0	0	2.423	2.908

**TABLA V.1**  
**MUNICIPIOS DE LA REGION CON MAS DE 2.000 HABITANTES-EQUIVALENTES**

POBLACION	Nº HABITANTES	HABITANTES EQUIV. GANADERIA	HABITANTES EQUIV. INDUSTRIA	HABITANTES EQUIV. TOTALES	HABITANTES EQUIV. DISEÑO
ESPINOSA DE LOS M.	2.402	0	0	2.402	2.882
VILADECANES	2.350	0	0	2.350	2.820
CARBONERO EL MAYOR	2.301	0	0	2.301	2.761
PARAMO DEL SIL	2.234	0	0	2.234	2.681
S.LEONARDO DE YAGUE	2.035	0	0	2.035	2.442
BARRACO	2.030	0	0	2.030	2.436
TOTAL MUNICIPIOS	1.934.417	1.731.652	905.290	4.571.359	5.485.631
ZONAS DE INTERES	70.314	2.125	0	72.439	108.659
TOTAL CASTILLA Y LEON	2.004.731	1.733.777	905.290	4.643.798	5.594.290

Fuente: Plan Regional de Saneamiento. (Edición 1993)

En la segunda etapa se programa el saneamiento general de las cuencas fluviales con altos requerimientos de calidad pero menor presión contaminante y de aquellas otras que siendo alta la presión contaminante son más moderados los requerimientos de calidad: Duero - cabecera, Duero -ribera, Pisuerga, Arlanzón, Cega - Pirón, Duero - Medio, Orbigo, Tormes, Huebra-Yeltes, Agueda, Sil, Sella-Cares y Ebro Alto. También se incorporan en esta etapa las depuradoras de Béjar y Benavente, que son los únicos núcleos con posibilidades de superar los 15.000 habitantes equivalentes que no estaban incluidos en las subcuencas programadas en esta segunda etapa, ni en las actuaciones recogidas en la primera etapa.

En la tercera etapa se programa el saneamiento del resto de las subcuencas fluviales, no incluidas en las etapas anteriores.

En las tablas V.2, V.3 y V.4 se encuentran recogidas, de forma resumida, el número de actuaciones por Subcuencas, y focos aislados, así como los estudios complementarios correspondientes a cada una de las tres etapas.

Con el ritmo inversor previsto como normal en el Plan Regional de Saneamiento, la duración de cada una de las dos primeras etapas sería de algo más de cinco años aproximadamente, y de dos años y medio la tercera. Pero si el ritmo de las inversiones fuese restrictivo, la duración de las dos primeras etapas sería de seis años y la tercera sería de tres años.

En cualquiera de ambas hipótesis de financiación, la primera etapa estaría concluida antes del 31 de diciembre del año 2.000, y la segunda, antes del 31 de diciembre del año 2.005.

**TABLA V.2**  
**PROGRAMACION DE ACTUACIONES EN PRIMERA ETAPA**

<b>EMISARIOS Y DEPURADORAS</b>	<b>Grandes</b>	<b>Medianos</b>	<b>Pequeños</b>	<b>Total</b>
<b>Subcuencas</b>				
DUERO-CABECERA	-	-	19	19
ERESMA-VOLTOYA	2	15	7	24
BERNESGA-TORIO	1	5	5	11
CARRION	1	8	6	15
ALBERCHE	1	5	12	18
TCRMES	-	-	44	44
TIETAR	-	-	5	5
SELLA-CARES	-	-	11	11
ESLA-PORMA	-	-	37	37
<b>Focos aislados</b>				
ARANDA DE DUERO	1	-	-	1
VALLADOLID	1	-	-	1
ZAMORA	1	-	-	1
MEDINA DEL CAMPO	1	-	-	1
SALAMANCA	1	-	-	1
MIRANDA DE EBRO	1	-	-	1
PONFERRADA	1	-	-	1
<b>TOTALES</b>	<b>12</b>	<b>33</b>	<b>146</b>	<b>191</b>

**ACTUACIONES PARA MEJORAR EL CONOCIMIENTO DEL MEDIO HIDRICO REGIONAL**

- Estudio de las zonas potencialmente sensibles y de las medidas para su protección
- Definición completa del sistema de referencia de la calidad del agua
- Modelización de los ríos Eresma, Voltoya, Bernesga, Torío, Carrión y Alberche
- Investigación del nivel de eutrofia de los embalses

**ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS DEL PLAN**

- Corrección de vertidos ganaderos e industriales en las subcuencas programadas primera etapa
- Definición de caudales ecológicos
- Repoblación de fauna y flora y adecuación paisajística de las márgenes en las subcuencas programadas en primera etapa
- Protección legal y coordinación de la vigilancia fluvial

**TABLA V.3**  
**PROGRAMACION DE ACTUACIONES EN SEGUNDA ETAPA**

<b>EMISARIOS Y DEPURADORAS</b>	<b>Grandes</b>	<b>Medianos</b>	<b>Pequeños</b>	<b>Total</b>
<b>Subcuencas</b>				
DUERO-CABECERA	-	5	-	5
PISUERGA	1	10	32	48
ARLANZON	-	4	2	6
CEGA-PIRON	1	17	16	34
DUERO MEDIO	3	17	3	23
ORBIGO	2	12	39	53
TORMES	5	28	-	33
HUEBRA-YELTES	1	10	-	11
AGUEDA	2	9	12	23
SIL	1	14	53	68
EBRO-ALTO	1	3	-	4
<b>Focos aislados</b>				
BEJAR	1	-	-	1
BENAVENTE	1	-	-	1
<b>TOTALES</b>	<b>19</b>	<b>129</b>	<b>157</b>	<b>310</b>
<b>ACTUACIONES PARA MEJORAR EL CONOCIMIENTO DEL MEDIO HIDRICO REGIONAL</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelización de los ríos de las subcuencas programadas en segunda etapa</li> <li>- Investigación del nivel de eutrofia de los embalses</li> <li>- Investigación y propuesta de soluciones al problema de la contaminación difusa</li> </ul>				
<b>ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS DEL PLAN</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrección de vertidos ganaderos e industriales en las subcuencas programadas segunda etapa</li> <li>- Implantación de técnicas minimizadoras de las infiltraciones</li> <li>- Regulación de cabeceras para asegurar caudal de estiaje</li> <li>- Repoblación de fauna y flora en las subcuencas programadas en segunda etapa</li> </ul>				
Fuente: Plan Regional de Saneamiento. (Edición 1993)				

**TABLA V.4**  
**PROGRAMACION DE ACTUACIONES EN TERCERA ETAPA**

<b>EMISARIOS Y DEPURADORAS</b>	<b>Grandes</b>	<b>Medianos</b>	<b>Pequeños</b>	<b>Total</b>
<b>Subcuencas</b>				
DUERO-RIBERA	-	11	8	19
PISUERGA-BAJO	-	2	-	2
RIAZA	-	3	4	7
VALDERADUEY	-	12	9	21
CADAGUA	-	1	3	4
TIETAR	-	4	-	4
ALAGON	-	1	21	22
ESLA-BAJO	-	3	-	3
DUERO-BAJO	-	1	41	42
EBRO-IBERICA	-	3	1	4
DURATON	-	3	6	9
ADAJA	-	6	11	17
ARLANZA	-	10	34	44
ESLA-PORMA	-	6	-	6
TERA-ALISTE	-	4	42	46
CEA	-	4	-	4
EBRO-ALTO	-	-	83	83
<b>TOTALES</b>	<b>-</b>	<b>74</b>	<b>263</b>	<b>337</b>

**ACTUACIONES PARA MEJORAR EL CONOCIMIENTO DEL MEDIO HIDRICO REGIONAL**

- Modelización de los ríos programados en tercera etapa
- Investigación del nivel de eutrofia de los embalses

**ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS DEL PLAN**

- Corrección de vertidos ganaderos e industriales en las subcuencas programadas tercera etapa
- Implantación de técnicas minimizadoras de las infiltraciones
- Regulación de cabeceras
- Repoblación de fauna y flora en las subcuencas programadas en tercera etapa
- Medidas para reducir la contaminación difusa

Fuente: Plan Regional de Saneamiento. (Edición 1993)



### **5.3. Coste de las actuaciones previstas en el plan regional de saneamiento.**

Para llevar a cabo la adaptación a la Directiva europea 91/271/CEE, en el plan Regional de Saneamiento se hace una estimación de la inversión necesaria en obras de infraestructura, tanto para la realización de colectores como de plantas depuradoras de las aguas residuales urbanas.

De acuerdo con la Directiva, las instalaciones a realizar deberán serlo para la población equivalente, lo que da lugar a que la infraestructura precisa sea muy superior a la correspondiente a la población de hecho de la región, al acumular la contaminación producida por la industria y por la ganadería que evacúen sus aguas residuales a través de colectores municipales.

En la tabla V.5 adjunta se encuentran recogidos los costos estimados para cada núcleo de población de acuerdo con el Plan Regional de Saneamiento, desglosando la parte que corresponde a infraestructura de saneamiento y de depuración.

Para atender a soluciones de problemas graves no recogidos entre las actuaciones previstas anteriormente, el plan prevee una reserva de 4.500 millones de pesetas.

Igualmente se prevee próxima una partida del 6% de inversión en infraestructura para atender a diversos gastos como son: estudios ambientales específicos y relacionados con el plan, realización de anteproyectos y proyectos, direcciones de obra ,etc.

De acuerdo con el desglose de inversiones indicado en los puntos anteriores, el coste total estimado, incluyendo todos los conceptos asciende a CIENTO CINCO MIL CIENTOS MILLONES DE PESETAS.

4

1

TABLE V.5

INVERSIONES PREVISTAS PARA LA RED DE INFRAESTRUCTURA Y SANEAMIENTO

PROVINCIA	POBLACION	INVERSION (Mpts)		
		EMISARIOS	EDAR	TOTAL
SG	ABADES	14,9	127,8	142,7
AV	ADANERO	18,5	235,9	254,4
SO	AGREDA	14,9	103,0	117,9
SG	AGUILAFUENTE	22,0	413,8	435,8
PA	AGUILAR DE CAMPOO	22,0	433,6	455,6
SA	ALARAZ	22,0	432,7	454,7
SA	ALBA DE TORMES	0,0	0,0	0,0
AV	ALBORNOS	14,9	151,2	166,1
SG	ALDEA REAL	22,0	403,2	425,2
SA	ALDEATEJADA	22,0	361,1	383,1
SA	ALDEHUELA DE LA BOVEDA	18,5	228,1	246,6
SA	ALDEHUELA DE YELTES	18,5	291,5	310,0
BU	ALFOZ DE QUINTANADUEÑAS	14,9	168,1	183,0
SO	ALMARZA	18,5	249,7	268,2
SO	ALMAZAN	18,5	278,0	296,5
SA	ANAYA DE ALBA	18,5	264,5	283,0
SA	ARABAYONA	14,9	138,3	153,2
BU	ARANDA DE DUERO	12,0	1.193,7	1.205,7
BU	ARANDILLA	14,9	143,9	158,8
SA	ARAPILES	18,5	297,2	315,7
SO	ARCOS DE JALON	18,5	202,0	220,5
AV	ARENAS DE SAN PEDRO	18,5	206,9	225,4
AV	AREVALO	3,0	269,3	272,3
LE	ASTORGA	25,6	645,8	671,4
BU	AVELLANOSA DE MUÑO	14,9	170,6	185,5
AV	AVILA	0,0	0,0	0,0
SG	AYLLON	22,0	358,0	380,0
LE	BAÑEZA,LA	0,0	0,0	0,0
SA	BAÑOBAREZ	18,5	253,5	272,0
AV	BARCO DE AVILA,EL	11,4	78,7	90,1
AV	BARRACO	11,4	48,7	60,1
PA	BARRUELO DE SÁNTULLAN	14,9	117,2	132,1
SA	BEJAR	29,1	755,1	784,2
BU	BELORADO	18,5	223,5	242,0
LE	BEMBIBRE	22,0	301,0	323,0
ZA	BENAVENTE	25,6	684,7	710,3
LE	BENAVIDES	14,9	163,0	177,9
ZA	BENÉGILES	14,9	145,3	160,2
SO	BERLANGA DE DUERO	18,5	252,2	270,7
ZA	BERMILLO DE SAGAYO	14,9	112,3	127,2
SG	BERNARDOS	18,5	224,1	242,6
SA	BERROCAL DE HUEBRA	18,5	198,6	217,1
SA	BOADA	18,5	229,7	248,2
SA	BODON,EL	22,0	360,8	382,8
VA	BOLAÑOS DE CAMPOS	14,9	102,1	117,0
LE	BOÑAR	18,5	203,9	222,4
BU	BRIVIESCA	0,0	0,0	0,0
SA	BUENAMADRE	18,5	198,2	216,7
ZA	BURGANES DE VALVERDE	14,9	115,9	130,8
SO	BURGO DE OSMA	14,9	184,1	199,0
BU	BURGOS	0,0	0,0	0,0
VA	BUSTILLO DE CHAVES	14,9	142,8	157,7
LE	BUSTILLO DEL PARAMO	14,9	140,7	155,6

**TABLA V.5**  
**INVERSIONES PREVISTAS PARA LA RED DE INFRAESTRUCTURA Y SANEAMIENTO**

PROVINCIA	POBLACION	INVERSION (Mpis)		
		EMISARIOS	EDAR	TOTAL
AV	CABEZAS DE ALAMBRE	14,9	126,9	141,8
VA	CABEZON	18,5	185,2	203,7
SG	CABEZUELA	22,0	317,6	339,6
BU	CABIA	14,9	178,5	193,4
SA	CABRERIZOS	14,9	172,1	187,0
SA	CABRILLAS	18,5	299,7	318,2
LE	CACABELOS	14,9	125,9	140,8
SA	CALVARRASA DE ABAJO	14,9	135,3	150,2
SA	CALZADA DE VALDUNCIEL	22,0	316,7	338,7
LE	CAMPONARAYA	14,9	150,1	165,0
AV	CANDELEDA	22,0	302,9	324,9
SO	CANDILICHERA	14,9	124,8	139,7
SG	CANTALEJO	11,4	77,4	88,8
SG	CARBONERO EL MAYOR	11,4	55,2	66,6
SA	CARPIO DE AZABA	22,0	314,9	336,9
LE	CARRACEDELO	18,5	199,1	217,6
SA	CARRASCAL DE BARREGA	18,5	227,8	246,3
SG	CARRASCAL DEL RIO	18,5	280,1	298,6
PA	CARRION DE LOS CONDES	18,5	217,6	236,1
LE	CARRIZO	18,5	213,6	232,1
SA	CASTELLANOS DE MORISCOS	18,5	235,9	254,4
SA	CASTELLANOS DE VILLIQUERA	14,9	174,9	189,8
SA	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO	18,5	195,1	213,6
AV	CEBREROS	14,9	109,4	124,3
PA	CERVERA DE PISUERGA	0,0	0,0	0,0
SA	CESPEDOSA DE TORMES	22,0	378,7	400,7
SG	CHAÑE	18,5	211,6	230,3
LE	CHOZAS DE ABAJO	18,5	298,5	317,0
LE	CIMANES DEL TEJAR	14,9	162,6	177,5
LE	CISTIENA	22,0	333,5	355,5
SA	CIUDAD RODRIGO	0,0	0,0	0,0
SG	COCA	25,6	628,3	651,9
AV	COLLADO DE CONTRERAS	14,9	153,6	169,5
PA	CORDOBILLA LA REAL	14,9	123,6	138,5
SO	COVALEDA	14,9	111,8	126,7
LE	CUADROS	14,9	114,2	129,1
SA	CUBO DE D.SANCHO,EL	18,5	259,5	278,0
SG	CUELLAR	0,0	0,0	0,0
PA	DUEÑAS	18,5	248,4	266,9
SG	ESCOBAR DE POLENDOS	25,6	485,1	510,7
SA	ESPEJA	22,0	429,4	451,4
SG	ESPINAR,EL	25,6	539,2	564,8
BU	ESPINOSA DE LOS MONTEROS	11,4	57,6	69,0
LE	FABERO	18,5	208,9	227,4
SG	FRUMALES	18,5	215,7	234,2
SA	FUENTEAGUINALDO	14,9	158,9	173,8
PA	FUENTES DE NAVA	14,9	129,2	144,1
SA	FUENTES DE OÑORO	18,5	354,6	373,1
SG	FUENTESAUCO DE FUENTIDUERA	22,0	404,0	426,0
SG	FUENTESOTO	18,5	231,6	250,1
SO	FUENTESRUIN	14,9	142,4	157,3
SA	GALLEGOS DE ARGAMAN	18,5	186,0	204,5
ZA	GALLEGOS DEL RIO	14,9	104,8	119,7

TABLA V.5

## INVERSIONES PREVISTAS PARA LA RED DE INFRAESTRUCTURA Y SANEAMIENTO

PROVINCIA	POBLACION	INVERSION (Mpts)		
		EMISARIOS	EDAR	TOTAL
SA	GARCHIHERNANDEZ	11,4	98,3	109,7
SO	GARRAY	18,5	213,1	231,6
SG	GOMEZSERRACIN	18,5	290,9	309,4
LE	GRADEFES	14,9	120,4	135,3
PA	GUARDO	22,0	333,2	355,2
SA	GUNJUELO	0,0	0,0	0,0
AV	HERNANSANCHO	14,9	181,0	195,9
PA	HERRERA DE PISUERGA	14,9	125,9	140,8
ZA	HINIESTA,LA	14,9	121,1	136,0
SA	HINOJOSA DE DUERO	18,5	206,1	224,6
SA	HORCAJO-MEDIANERO	18,5	223,5	242,0
AV	HOYO DE PINARES	11,4	62,3	73,7
LE	IGUEÑA	11,4	59,0	70,4
VA	ISCAR	18,5	249,0	267,5
VA	LAGUNA DE DUERO	22,0	408,2	430,2
AV	LANGA	14,9	122,5	137,4
SO	LANGA DE DUERO	18,5	233,0	251,5
PA	LANTADILLA	18,5	213,9	232,4
SA	LEDRA DA	18,5	196,8	215,3
LE	LEON	300,0	3.000,0	3.300,0
BU	LERMA	11,4	78,6	90,0
PA	LOMAS	14,9	119,9	134,8
SG	LOSA,LA	14,9	173,2	188,1
SA	LUMBRALES	14,9	100,0	114,9
SA	MACHACON	14,9	122,4	137,3
ZA	MALVA	14,9	116,0	130,9
ZA	MANGANESOS DE LA LAMPREANA	18,5	263,3	281,8
SA	MARTIN DE YELTES	18,5	274,3	292,8
SG	MARTIN MUÑOZ DE LAS POSADAS	14,9	175,8	190,7
SA	MATILLA DE LOS CAÑOS	18,5	235,0	253,5
VA	MAYORGA	22,0	334,5	356,5
BU	MEDINA DE POMAR	22,0	375,8	397,8
VA	MEDINA DE RIOSECO	18,5	237,5	256,0
VA	MEDINA DEL CAMPO	29,1	883,3	912,4
BU	MELGAR DE FERNAMENTAL	18,5	229,8	248,3
BU	MILAGROS	18,5	230,4	248,9
BU	MIRANDA DE EBRO	300,0	1.394,4	1.694,4
VA	MOJADOS	11,4	69,7	81,1
ZA	MOLACILLOS	14,9	152,5	167,4
LE	MOLINASECA	14,9	159,8	174,7
ZA	MORALEJA DEL VINO	14,9	130,9	145,8
ZA	MORALES DEL VINO	14,9	175,3	190,2
SO	MORON DE ALMAZAN	14,9	143,8	158,7
SA	MOZARBEZ	18,5	288,5	307,0
SA	NARROS DE MATALAYEGUA	18,5	213,9	232,4
SG	NAVA DE LA ASUNCION	22,0	353,6	375,6
VA	NAVA DEL REY	11,4	77,2	88,6
AV	NAVALUENGA	18,5	237,1	255,6
SG	NAVAS DE ORO	18,5	286,1	304,6
AV	NAVAS DEL MARQUES	14,9	123,6	138,5
VA	OLMEDO	14,9	111,6	126,5
SO	OLVEGA	0,0	0,0	0,0
PA	OSORNO LA MAYOR	14,9	154,9	169,8

TABLA V.5  
INVERSIONES PREVISTAS PARA LA RED DE INFRAESTRUCTURA Y SANEAMIENTO

PROVINCIA	POBLACION	INVERSION (Mpts)			TOTAL
		EMISARIOS	EDAR		
BU	PALACIOS DE LA SIERRA	14,9	149,3	163,2	
PA	PALENCIA	200,0	1.000,0	1.200,0	
SA	PARAMAS DE S.JUAN	11,4	96,6	108,0	
LE	PARAMO DEL SIL	11,4	53,6	65,0	
PA	PAREDES DE NAVA	11,4	61,2	72,6	
VA	PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN	11,4	89,0	100,4	
SA	PEDROSILLO	22,0	329,2	351,2	
VA	PENAFIEL	22,0	404,2	426,2	
SA	PENARANDA DE BRACAMONTE	25,6	534,2	559,8	
BU	PENARANDA DE DUERO	14,9	143,9	158,8	
ZA	PENAUSENDE	4,9	117,5	132,4	
ZA	PERDIGON,EL	14,9	171,6	186,5	
ZA	PERERUELA	14,9	176,3	191,2	
AV	PIEDRAHITA	18,5	275,3	293,8	
AV	PIEDRALAVES	14,9	134,3	149,2	
SG	PINAREJOS	14,9	147,4	162,3	
LE	POLA DE GORDON,LA	18,5	281,3	299,8	
LE	PONFERRADA	103,0	1.779,5	1.882,5	
VA	PORTILLO	11,4	70,9	82,3	
SA	POZOS DE HINOJO	18,5	284,4	302,9	
LE	POZUELO DEL PARAMO	14,9	152,9	167,8	
BU	QUINTANAR DE LA SIERRA	14,9	144,3	159,2	
VA	QUINTANILLA DE ONESIMO	18,5	182,4	200,9	
ZA	QUIRUELAS DE VIDRIALES	18,5	209,0	227,5	
ZA	RIOFRIO DE ALISTE	14,9	154,3	169,2	
AV	RIVILLA DE BARAJAS	14,9	129,1	144,0	
BU	ROA	11,4	69,5	80,9	
LE	ROBLA,LA	0,0	0,0	0,0	
SG	RODA DE ERESMA	18,5	187,4	205,9	
LE	S.ANDRES DE RABANEDO	0,0	0,0	0,0	
SO	S.ESTEBAN DE GORMAZ	18,5	260,2	278,7	
SO	S.LEONARDO DE YAGUE	11,4	48,8	60,2	
LE	SABERO	11,4	58,2	69,6	
VA	S.AELICES DE MAYORGA	18,5	208,2	227,7	
LE	SAHAGUN	18,5	228,6	245,1	
SA	SALAMANCA	1.466,0	3.500,0	4.966,0	
BU	SALAS DE LOS INFANTES	14,9	173,4	188,3	
PA	SALDAÑA	18,5	260,9	279,4	
SG	SAN ILDEFONSO	14,9	116,5	133,4	
LE	SAN JUSTO DE LA VEGA	18,5	280,2	298,7	
SA	SAN PEDRO DEL VALLE	18,5	245,2	263,7	
SG	SANCHONUNO	25,6	466,8	492,4	
SA	SANCTI-SPITITUS	18,5	206,0	224,5	
SG	SANGARCIA	18,5	244,7	263,2	
ZA	SANTA CRISTINA DE LA POLVOROSA	14,9	112,9	127,8	
BU	SANTA INES	18,5	191,0	209,5	
LE	SANTA MARIA DEL PARAMO	11,4	79,7	95,1	
BU	SANTA Mª DEL CAMPO	18,5	253,6	272,1	
LE	SANTA MARINA DEL REY	22,0	373,9	395,9	
SA	SANTA MARTA DE TORMES	0,0	0,0	0,0	
SA	SANTIAGO DE LA PUEBLA	18,5	225,2	243,7	
SA	SANTIBANEZ DE BEJAR	18,5	201,6	220,1	
LE	SARIEGOS	18,5	185,7	204,2	

TABLA V.5

## INVERSIONES PREVISTAS PARA LA RED DE INFRAESTRUCTURA Y SANEAMIENTO

PROVINCIA	POBLACION	INVERSION (Mpts)		
		EMISARIOS	EDAR	TOTAL
BU	SASAMON	14,9	124,2	139,1
SG	SEGOVIA	0,0	0,0	0,0
VA	SIMANCAS	11,4	61,2	72,6
AV	SOLOSANCHO	14,9	114,5	129,4
SO	SORIA	0,0	0,0	0,0
AV	SOTILLO DE LA ADRADA	11,4	81,8	93,2
LE	SOTO DE LA VEGA	14,9	129,9	144,8
SO	TEJEDO	14,9	135,4	150,3
AV	TIEMBLO,EL	22,0	443,3	465,3
AV	TIÑOSILLOS	14,9	132,3	147,2
VA	TORDEHUMOS	14,9	170,8	185,7
VA	TORDESILLA	25,6	319,8	545,4
SA	TORDILLOS	18,5	268,2	286,7
BU	TORDOMAR	18,5	236,7	255,2
LE	TORENO	14,9	118,8	133,7
ZA	TORO	0,0	0,0	0,0
PA	TORQUEMADA	14,9	116,0	130,9
LE	TORRE DEL BIERZO	11,4	81,8	93,2
SG	TORRECABALLEROS	22,0	303,4	325,4
SG	TORRECILLA DEL PINAR	18,5	289,4	307,9
VA	TUDELA DE DUERO	18,5	274,7	293,2
VA	VALBUENA DE DUERO	14,9	168,2	183,1
VA	VALDEARCOS	14,9	152,9	167,8
LE	VALDEFRESNO	14,9	110,2	125,1
SA	VALDELOSA	18,5	206,2	224,7
LE	VALDERAS	14,9	126,2	141,1
LE	VALDERREY	14,9	124,4	139,3
LE	VALDEVIMBRE	14,9	121,9	136,8
BU	VALDOCONDES	14,9	117,4	132,3
SA	VALDUNCIEL	18,5	190,0	208,5
LE	VALENCIA DE D.JUAN	14,9	107,6	122,5
VA	VALLADOLID	5.200,0	6.500,0	11.700,0
BU	VALLE DE MENA	14,9	109,2	124,1
LE	VALVERDE DE LA VIRGEN	11,4	90,6	102,0
LE	VEGA DE ESPINAREDA	11,4	77,1	88,5
LE	VEGAS DEL CONDADO	14,9	159,4	174,3
PA	VENTA DE BAÑOS	22,0	312,0	334,0
LE	VILLABLINO	29,1	803,9	833,0
LE	VILLADECANES	11,4	56,4	67,8
BU	VILLADIEGO	18,5	180,1	198,6
ZA	VILLAFAFILA	18,5	235,2	253,7
LE	VILLAFRANCA DEL BIERZO	18,5	201,4	219,9
BU	VILLAHOZ	14,9	178,3	193,2
SA	VILLALBA DE LOS LLANOS	18,5	310,1	328,6
BU	VILLALMANZANO	18,5	249,0	267,5
VA	VILLALON DE CAMPOS	0,0	289,4	289,4
PA	VILLAMURIEL DE CERRATO	0,0	0,0	0,0
BU	VILLANGOMEZ	18,5	184,4	202,9
ZA	VILLANUEVA DEL CAMPO	14,9	161,3	176,2
LE	VILLAQUILAMBRE	22,0	341,9	363,9
BU	VILLARCAYO	0,0	0,0	0,0
LE	VILLAREJO DE ORBIGO	18,5	194,5	213,0
ZA	VILLARRIN DE CAMPOS	18,5	194,4	212,9

**TABLA V.5**

**INVERSIONES PREVISTAS PARA LA RED DE INFRAESTRUCTURA Y SANEAMIENTO**

PROVINCIA	POBLACION	INVERSION (Mpts)		
		EMISARIOS	EDAR	TOTAL
SA	VILLASECO DE LOS GAMOS	14,9	170,3	185,2
SA	VILLASECO DE LOS REYES	18,5	275,1	293,6
LE	VILLATURIEL	14,9	115,5	130,4
VA	VILORIA	18,5	203,1	221,6
BU	VILVIESTRE DEL PINAR	22,0	355,5	377,5
SA	VITIGUDINO	25,6	524,7	550,3
SG	YANGUAS DE ERESMA	22,0	352,1	374,1
SA	YECLA DE YELTES	18,5	273,8	292,3
ZA	ZAMORA	250,0	1.898,0	2.148,0
SG	ZARZUELA DEL PINAR	18,5	198,0	216,5
BU	ZAZUAR	14,9	147,4	162,3
<b>ZONAS DE INTERES</b>		<b>590,0</b>	<b>2.229,1</b>	<b>2.819,1</b>
<b>TOTAL CASTILLA Y LEON</b>		<b>12.704,1</b>	<b>76.933,8</b>	<b>89.637,9</b>

Fuente: Plan Regional de Saneamiento. (Edición 1993)

En el BOE del 12 de Mayo de 1.995 aparece publicada la RESOLUCIÓN de 28 de abril de 1.995, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1.995, por el que se aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales, en el que se recogen las cifras de inversión necesarias para la financiación del Plan, figurando Castilla y León con 186.600 millones de pts, de los cuales 46.650 MM serán financiados con Recursos de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda y de los Fondos de Cohesión, lo que supone el 25% del total.

Las actuaciones recogidas en el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales, son las incluidas en el Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León. Las diferencias económicas entre ambos planes radican fundamentalmente en:

- El coste de construcción en infraestructura por habitante equivalente recogido en el Plan Nacional de Depuración es superior al considerado en el Plan Regional de Saneamiento.
- El coste de los colectores estimado en el Plan Regional se basaba en 500 m por actuación, mientras que en el Plan Nacional se basa en datos unitarios más actuales
- Actualización de los precios (el Plan Regional es de 1992).



Como el número de actuaciones es el mismo en ambos Planes, en este estudio se va a seguir el Plan Regional de Saneamiento, de la Junta de Castilla y León, que va a ser el ejecutor del mismo, en cuanto a las actividades a realizar y como inversión las previstas en el Plan Nacional de Depuración que actualizando las cifras del Plan Regional.

Por otra parte, el plan estima que los gastos anuales derivados de la explotación y mantenimiento de las actuaciones indicadas anteriormente es de 5.032 millones de pesetas, cifra obtenida a partir de los gastos de inversión, de acuerdo con el siguiente criterio (% sobre coste de implantación):

- Poblaciones de más de 50.000 h.	4,5%
- Poblaciones entre 20.000 y 50.000 h.	4%
- Poblaciones con menos de 20.000 h.	5%
- Emisarios	2%.

Estos datos en principio parecen bajos como se indica en otro capítulo de este estudio, de acuerdo con la experiencia de plantas actualmente operativas.

#### **5.4. Financiación del Plan Regional de Saneamiento.**

Hasta el momento actual, el Plan Regional de Saneamiento, al no estar disponibles otras fuentes de financiación como el canon de saneamiento o los fondos de cohesión, se ha realizado a través de cofinanciación entre la Junta de Castilla y León y los Ayuntamientos interesados en las inversiones, de tal forma que en el futuro se

establecerán unas compensaciones a dichos Ayuntamientos o lo que es lo mismo a los vecinos, de forma que recuperen las cantidades invertidas en forma de reducción del canon de saneamiento aplicable a los mismos.

Las actuaciones realizadas por la Junta de Castilla y Leó hasta 1993, son entre otras las siguientes:

- Terminados y en servicio: Avila, Villarcayo, La Robla, Villamuriel, Guijuelo, Ciudad Rodrigo, Cuellar, Soria, Olvega, y Toro, con una inversión de 8.000 millones de pesetas.
- En ejecución y próxima finalización: los colectores de Arevalo, Aranda de Duero, Miranda de Ebro, Leon, San Andrés de Rabanedo, Zamora y Valladolid, así como las estaciones depuradoras de Burgos (ampliación y modificación), Segovia y Briviesca.

Los recursos económicos necesarios para financiar el Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León en el futuro y una vez puesto en marcha el Plan Nacional de Depuración con las aportaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente y operativo el canon de saneamiento, procedería en principio de las siguientes fuentes:

- a) Presupuestos Generales de la Comunidad Autónoma, que en 1.993 incluyeron créditos por valor de 3.500 millones de pts. para el programa de mejora de la calidad de las aguas continentales.

La Junta de Castilla y León deberá aportar anualmente la financiación del 55% de la inversión final.

Las aportaciones de la Junta de Castilla y León procederán de los créditos presupuestarios y en consecuencia se deberán consignar las partidas correspondientes en el Presupuesto General de la Comunidad que cada año aprueba por ley las Cortes de Castilla y León.

- b) Recursos propios de la Secretaría del Estado de Medio Ambiente y Fondos Europeos de Cohesión, creados por el Tratado de Unión Europea (Maastricht 1992). Por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente cubrirá el 25 por ciento, del coste de la inversión de infraestructuras de saneamiento y depuración que debe realizar España en los próximos años. Este 25 por ciento se aplicará a todo el conjunto del Plan Regional y no obra a obra.

Entre las diferentes modificaciones que introduce en el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea el Tratado de la Unión Europea determina que, antes del 31 de diciembre de 1.993, el Consejo Europeo establecerá un Fondo de Cohesión que proporcione una contribución financiera a proyectos en los sectores del medio ambiente y de las redes transeuropeas de transporte. En el Protocolo sobre la cohesión económica y social, que acompaña al Tratado, se acuerda que los recursos del Fondo de Cohesión se asignarán a los miembros que tengan un PNB per cápita inferior al 90 por ciento de la media comunitaria y que cuenten con un programa dirigido al cumplimiento de las condiciones de convergencia económica. Así pues, es de esperar que se cree un flujo de fondos hacia España para financiar actuaciones de saneamiento y depuración que, según la previsión manifestada por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente en la Memoria del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional, alcanzará una cuantía del 25 por ciento del coste global de dichas actuaciones.

Los proyectos financiados por los fondos de cohesión no podrán recibir dinero de otros fondos europeos como son el Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola (FEOGA), Fondo Social Europeo, Fondo de Desarrollo Regional (FEDER), etc. Por otra parte, la financiación unitaria deberá ser inferior al 90% del valor total de cada una de las actuaciones.

Para el año 1995, España ha solicitado de los fondos de cohesión 90.000 millones de pesetas, de los cuales aproximadamente el 60% se destinará a infraestructura del transporte y el resto a Medio Ambiente (depuración de aguas residuales y reforestación), siendo previsible que en las próximas anualidades, los fondos se repartan en partes iguales en estos dos conceptos.

El Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, para la asignación de esta ayuda se reserva el derecho de solicitar a la Administración Responsable de la Gestión y Explotación del sistema de depuración de Aguas Residuales, el compromiso de que dispone de los medios necesarios para llevar a buen fin este cometido, y que no ocurra como en el pasado que se construyeron numerosas estaciones depuradoras que posteriormente no funcionaron por falta de recursos económicos para ello. Este compromiso de disponer de recursos consiste básicamente en:

- Existencia de normativa u ordenanza municipal que establezca algún tipo de imposición económica sobre el consumo de agua potable..
- Aplicación de los ingresos obtenidos por lo indicado en el punto anterior para el mantenimiento y explotación del sistema de tratamiento de aguas residuales de la población servida.

- c) Corporaciones Locales, fundamentalmente a través de los créditos emanados de los Programas Operativos Locales que contemplan un eje referido al medio ambiente, con una línea específica dedicada a la depuración de aguas residuales.

La aportación prevista por parte de las corporaciones locales sería del cinco por ciento durante cada una de las anualidades de vigencia del Plan.

Las aportaciones de las Corporaciones Locales se generan a través de los Programas Operativos Locales que proyectan sobre cada provincia el marco de apoyo comunitario correspondiente a un período plurianual.

Los terrenos precisos para la ejecución de las diferentes obras de infraestructura, serán puestos a disposición del órgano correspondiente de la Administración contratante por el Ayuntamiento afectado. En el caso de que fuese precisa la expropiación forzosa de todos o parte de los terrenos, el Ayuntamiento será el beneficiario de la misma y en consecuencia correrá con los pagos de las indemnizaciones y justiprecio, aunque sea otra la Administración que actuase.

- A
- d) Aportaciones directas de los usuarios, bien a través de un "canon de vertido" impuesto por la legislación nacional, cuya gestión se coordinaría con las Confederaciones Hidrográficas, de suerte que se transfiera a la Junta de Castilla y León el 85 por ciento de la cantidad recaudada en virtud de un convenio similar a los ya suscritos, o en vías de suscribirse; o bien, a través de un "canon de saneamiento" de la Comunidad, que sustituiría al canon de vertido si se comprobara la falta de la adecuada eficacia del anterior procedimiento.

En cuanto al canon de saneamiento hay que considerar la propuesta contenida en la Memoria del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional sobre la modificación del régimen económico-financiero del agua, que contempla la sustitución del canon de vertido en la vigente Ley de Aguas por otro más adecuado para la financiación de actuaciones en saneamiento y depuración. También existe la posibilidad de que las Cortes de Castilla y León aprueben por ley la implantación de un canon regional de saneamiento en cuyo caso, de acuerdo con la normativa nacional de aguas, deberá aminorarse la cuantía del canon de vertido.

La experiencia sobre la difícil y escasa recaudación en concepto del canon de vertido, tanto en esta la región como en el resto del territorio nacional, y la fluidez de recaudación del canon de saneamiento en las comunidades que lo tienen establecido como Madrid, Baleares, Navarra, Cataluña o Valencia, aconseja esta vía de financiación.

En la tabla V.6, se recogen los datos relativos a la base imponible de la región en concepto de canon de saneamiento que asciende a 139.065.000 m<sup>3</sup>/a. Como puede observarse, existen una gran cantidad de municipios con población menor de 500 habitantes (1.370), que en muchos casos incluso son agrupaciones de pequeños núcleos rurales, lo que llevaría a unos costos de recaudación muy superiores a los ingresos, por lo que en principio a estos núcleos no se les aplicaría el canon, quedando en consecuencia la base imponible en aproximadamente 130.850.000 m<sup>3</sup>/a. Para una duración del plan de 13 años, período preciso para adecuarse a la nueva Directiva y teniendo en cuenta las obras ya ejecutadas, así como la aportación por los usuarios, el tipo medio para el canon sería de aproximadamente 9,5 Pts/m<sup>3</sup>, lo que supondría unos ingresos superiores a 1.200 millones de pesetas anuales.

**TABLA V.6**  
**ESTIMACION DE LA BASE IMPONIBLE REGIONAL DEL CANON**

Tamaño población	Nº de municipios	Nº de habitantes (1)	Dotación consumo (l/h.d) (2)	Coefficiente facturación (3)	Volumen facturable (m3/a) (4)=(1)*(2)*(3)*365
Más de 20.000 hab.	13	1.150.000	350	0,60	88.147.500
Entre 5.000 y 20.000	33	300.000	250	0,60	16.425.000
Entre 2.000 y 5.000	93	250.000	150	0,60	8.212.500
Entre 500 y 2.000	620	550.000	150	0,60	18.067.500
Menos 500 habitantes	1.370	300.000	150	0,50	8.212.500
<b>TOTAL</b>					<b>139.065.000</b>

Fuente: Plan Regional de Saneamiento. (Edición 1993)

De acuerdo con todo lo indicado con anterioridad, la financiación del plan regional de saneamiento para conseguir la adecuación de los vertidos urbanos a la Directiva comunitaria en la comunidad de Castilla y León durante los años previstos para la ejecución de la infraestructura precisa será la siguiente:

	%
- Junta de Castilla y León	55
- MOPTMA (Fondos cohesión)	25
- Aportaciones Corporaciones Locales	5
- Canon de saneamiento aportado por usuarios	15

Estos porcentajes son globales, y corresponden al total de las inversiones en el Plan Regional de Saneamiento, no siendo los mismos en cada uno de los casos.

En el Boletín Oficial de Castilla y León nº 105 del 1 de junio de 1.994, se recoge el convenio de colaboración entre la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente y la Comunidad Autónoma de Castilla y León para la realización de actuaciones de protección y mejora de la calidad de las aguas en aplicación del canon de vertido, en el cual la aportación municipal sobre el coste final de las obras es el siguiente:



Tamaño del Municipio	% de aportación municipal sobre el coste final de las obras
Más de 100.000 habitantes	40
Entre 50.000 y 100.000 habitantes	30
Entre 20.000 y 50.000 habitantes	25
Entre 10.000 y 20.000 habitantes	20
Entre 5.000 y 10.000 habitantes	15
Entre 1.000 y 5.000 habitantes	10
Menos de 1.000 habitantes	5

En el caso de que la coyuntura económica de la región no permitiese la ejecución del plan en los 13 años previstos con unos presupuestos expansivos, éste podría ampliarse a 15 años, lo que permitiría igualmente el cumplir con los objetivos previstos, al tener toda la infraestructura terminada o contratada y en fase de ejecución al 31 de diciembre del año 2.005.

Una alternativa para adelantar la ejecución de las obras sería su financiación a través de entidades de crédito, o bien por parte de las empresas adjudicatarias de las mismas, lo que conllevaría a unos costes adicionales por causa de los intereses correspondientes a la amortización de la deuda, que deberían cubrirse por parte de la Junta de Castilla y León y por los usuarios, durante los años siguientes a la finalización del Plan.

Debido a que las competencias en materia de Medio Ambiente y en consecuencia en saneamiento, se encuentran transferidas a la Comunidad Autónoma, el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente no puede ejecutar obras de infraestructura en este sector, excepto en aquellos casos en que sean declarados de interés general.

En la tabla V.7 adjunta se recogen las actuaciones de la primera fase del Plan Regional de Saneamiento, con indicación del organismo financiador de las mismas.

La financiación de proyectos ambientales para el sector industrial (la Directiva afecta al sector de la alimentación), y no incluidos en el Plan Regional de Saneamiento, además de los cauces tradicionales y ayudas Regionales o municipales, se encuentra centrada en las siguientes fuentes:

- Programa PITMA II (Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental) del Ministerio de Industria y Energía, con una inversión prevista en los cuatro años que dura el plan de 50.000 M.M. de pts, en su segunda edición, acoge tres tipos:

**Tipo A:** Proyectos de minimización o corrección de la contaminación y otros efectos nocivos de origen industrial, generada por instalaciones que lleven funcionando al menos dos años antes de la entrada en vigor de la normativa medioambiental que les sea de aplicación.

**Tipo B:** Proyectos de investigación y desarrollo en el área del medio ambiente industrial. Estos proyectos podrán abarcar la investigación básica o aplicada, el diseño y construcción de plantas piloto y prototipos y la realización de programas de demostración.

**Tipo C:** Actuaciones de sensibilización, formación, difusión e información en el área medioambiental industrial.

Cada uno de los tipos de proyectos anteriores están clasificados a su vez en la Orden Ministerial dentro de los apartados siguientes:

**TABLA V.7****RELACION DE ACTUACIONES INCLUIDAS EN LA PRIMERA ETAPA DEL PLAN REGIONAL DE SANEAMIENTO DE CASTILLA Y LEON**

Actuaciones	Financiación
<b>Subcuencas naturales</b>	
<b>ERESMA-VOLTOYA</b>	
Segovia	JUNTA
Coca	JUNTA
El Espinar	JUNTA
Carbonero el Mayor	JUNTA
Nava de la Asunción	JUNTA
San Ildefonso	MINISTERIO
Abades	JUNTA
Bernardos	JUNTA
La Losa	JUNTA
Martín Muñoz de las Posadas	JUNTA
Navas de Oro	JUNTA
Roda de Eresma	JUNTA
Sangarcía	JUNTA
Yanguas de Eresma	JUNTA
Zarzuela del Pinar	JUNTA
Villacastín	JUNTA
Valsaín	JUNTA
Navas de Riofrío	JUNTA
Riofrío	JUNTA
San Rafael	JUNTA
Gudillos	JUNTA
Estación del Espinar	JUNTA
Prados	JUNTA
Adanero	JUNTA
Pedrajas de San Esteban	JUNTA

**TABLA V.7****RELACION DE ACTUACIONES INCLUIDAS EN LA PRIMERA ETAPA  
DEL PLAN REGIONAL DE SANEAMIENTO DE CASTILLA Y LEON**

Actuaciones	Financiación
<b>BERNESGA-TORIO</b>	
Mancomunidad de León	JUNTA
La Pola de Gordón	JUNTA
Villaquilambre	JUNTA
Cuadros	JUNTA
Saniegos	JUNTA
Villaturiel	JUNTA
Felmín	JUNTA
Vegacervera	JUNTA
Villatoldo	JUNTA
Serilla	JUNTA
Matallana de Torío	JUNTA
<b>CARRION</b>	
Palencia	MINISTERIO
Carrión de los Condes	JUNTA
Dueñas	JUNTA
Guardo	JUNTA
Paredes de Nava	JUNTA
Lorñas	JUNTA
Alba de los Cardaños	JUNTA
Camporedondo de Alba	JUNTA
Otero de Guardo	JUNTA
Tuillo	JUNTA
La Lastra	JUNTA
Vidrieros	JUNTA

**TABLA V.7****RELACION DE ACTUACIONES INCLUIDAS EN LA PRIMERA ETAPA  
DEL PLAN REGIONAL DE SANEAMIENTO DE CASTILLA Y LEON**

Actuaciones	Financiación
<b>SIERRA DE URBION</b>	
Cabecera del Duero (19 localidades)	JUNTA
<b>Núcleos con más de 15.000 habitantes</b>	
Aranda de Duero	MINISTERIO
Valladolid	JUNTA
Zamora	JUNTA
Medina del Campo	MINISTERIO
Salamanca	MINISTERIO
Miranda de Ebro	MINISTERIO
Ponferrada	MINISTERIO
Burgos	JUNTA
Béjar	MINISTERIO
<b>Actuaciones varias</b>	
Alto Orbigo	MINISTERIO
Acondicionamiento y puesta en marcha de depuradoras ya construidas por el Ministerio	MINISTERIO
Fuentesclaras-Cogotas	MINISTERIO
Otras actuaciones	JUNTA

Fuente: B.O.C. y L.

**TIPO A:**

- A.1. Instalaciones de depuración al final de línea.
- A.2. Modificación de procesos y aplicación de las mejores tecnologías disponibles.
- A.3. Instalación de equipos de medida y control de la contaminación.
- A.4. Reconversión de instalaciones para la fabricación de productos más limpios.
- A.5. Modificación de los procesos productivos para recuperar y reutilizar los residuos.
- A.6. Plantas de tratamiento de residuos industriales generados por los procesos productivos.
- A.7. Plantas de tratamiento específico de residuos industriales al final del ciclo de vida de los productos.
- A.8. Descontaminación y restauración de suelos contaminados por actividades industriales.

**TIPO B:**

- B.1. Mejora de procesos productivos, para hacerlos más limpios, y desarrollo de tecnologías limpias.
- B.2. Instalaciones de depuración al final de línea.
- B.3. Diseño de productos, envases y embalajes más limpios.
- B.4. Desarrollo de equipos de medida y control de la contaminación.
- B.5. Diseño de bienes de equipo para el mercado medioambiental.

### **TIPO C:**

- C.1. Información y sensibilización medioambiental.
- C.2. Difusión de tecnologías limpias.
- C.3. Formación y asesoramiento medioambiental.
- C.4. Estudios de impacto ambiental de actividades industriales.
- C.5. Ecodiagnósticos y ecoauditorías.

La subvención que se puede conceder a cada proyecto o actuación tiene unos límites máximos establecidos por la legislación comunitaria. Estos límites son los que se indican a continuación:

### **PROYECTO TIPO A:**

	<b>PYME</b>	<b>NO PYME</b>
Niveles de protección medioambientales exigidos	25%	15%
Niveles de protección medioambientales superiores a los exigidos	40%	30%

### **PROYECTO TIPO B:**

Investigación básica	60%	50%
Investigación aplicada	50%	40%

### **PROYECTO TIPO C:**

Información y sensibilización (C.1 y C.2)	100%
Información y asesoramiento (C.3, C.4 y C.5)	50%

Si las inversiones se realizan en zonas "asistidas", los porcentajes anteriores se pueden incrementar según lo previsto en el artículo 11 de la Orden reguladora.

En el desarrollo del PITMA I (1990-1993), las inversiones correspondientes a proyectos presentados por la industria de la alimentación, ascendieron a 37.910 millones de pesetas, de los cuales fueron aprobados por cumplir todos los requisitos por un importe de 25.890 M.M. de pts., concediendo una subvención el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente de 2.980 M.M. de pts., lo que representa algo más del 14% de la inversión realizada.

La inversión realizada en materia medioambiental durante los años 1990-1994 por la industria agroalimentaria ha sido de 59.963 M.M. de pts., representando un 7,5% de la inversión total llevada a cabo por la industria nacional. La mayor parte de estos recursos se aplicaron a la corrección de efluentes líquidos.

CEDETI, mediante préstamos sin interés en planes de investigación y desarrollo en actividades para desarrollo de nuevos procesos y tecnologías.



- El INSTITUTO de CREDITO OFICIAL dispone de una línea de financiación para proyectos industriales de depuración que alcanza la cifra de 50.000 millones de pesetas para el año 1.995. El pasado año, en que se inició esta línea "verde", se concedieron créditos por valor de 19.000 millones de pesetas, lo que supuso la generación de una inversión inducida próxima a los 49.000 millones de pesetas, siendo los más beneficiados:

- Industria eléctrica con el 19%.

- Industria química con el 15%

- Industria de la alimentación con el 12%.

El ICO actúa como entidad gestora de la iniciativa puesta en marcha por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente y Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente y que agrupará a diferentes entidades bancarias.

El interés ofrecido por el ICO es de tres puntos por debajo del MIBOR para operaciones de tipo variable y tres puntos por debajo del tipo ICO en operaciones a tipo fijo, con plazos de amortización de 5, 7, y 10 años, y 1,2, ó 3 años de carencia respectivamente.

- Por otra parte existen en estudio por parte del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, una serie de convenios de colaboración con los diferentes sectores productivos.

## **CAPITULO VI**

### **DESCRIPCION DE LAS POSIBLES SOLUCIONES**

## **CAPITULO VI: DESCRIPCION DE LAS POSIBLES SOLUCIONES**

### **6.1. Procesos seleccionados en el Plan Regional de Saneamiento**

Actualmente uno de los problemas existentes en el parque de depuradoras, tanto a nivel nacional como regional, es la gran dispersión existente entre los sistemas o tipos de depuración aplicados, lo que dificulta en muchas ocasiones el intercambio de información entre ellas, así como la extracción de conclusiones extrapolables de unas instalaciones a otras.

Con el fin de solventar la problemática anteriormente indicada, en el Plan Regional de Saneamiento de la Comunidad de Castilla y León se han seleccionado una serie de sistemas o procesos a utilizar en las diferentes plantas, en función del tamaño de la población equivalente servida y grado de cumplimiento en el vertido. Los sistemas propuestos en el mencionado Plan son los siguientes:

- a) Núcleos de más de 10.000 habitantes y depuración convencional.

Fangos activos convencionales, o alguna de sus variantes, con niveles mínimos de rendimiento del 90 por ciento de reducción de la DBO<sub>5</sub> (máximo valor en los vertidos depurados, 25 ppm) y de los sólidos en suspensión (máximo valor en vertidos depurados, 35 ppm) y eliminación del 50 por ciento de la demanda nitrogenada.

- b) Núcleos entre 2.000 y 10.000 habitantes, en circunstancias de vertido al cauce normales.

Sistemas de procesos de los denominados blandos y semiblandos, de bajo coste de explotación y mantenimiento.

Dentro de estos tipos de sistemas se encuentran los lagunajes, filtros verdes y lechos de turba, que si bien exigen costes de inversión similares a los convencionales y espacios mayores, permiten una explotación con medios técnicos y humanos sencillos y asequibles a los municipios de reducida población equivalente.

En los casos en que las necesidades de rendimiento final lo requieran se combinarán dichos procesos con elementos singulares propios de los procesos convencionales, como puede ser la utilización de decantación primaria.

La eficacia a exigir a estos sistemas de tratamiento será de una reducción mínima del 70 por ciento de la DBO<sub>5</sub> y del 90 del ciento del total de sólidos en suspensión de los presentes en la alimentación.

- c) Núcleos con menos de 2.000 habitantes equivalentes, y circunstancias normales de vertido al cauce.

Además del lagunaje natural, se aplicarán para este tipo de núcleos, como norma general, instalaciones prefabricadas con una eficacia de depuración medida por una reducción mínima del 60 por ciento de la DBO<sub>5</sub> y del 80 por ciento del total de sólidos en suspensión.

Cuando en el cauce receptor se requiera una calidad excelente del agua, la eficacia de la depuración será, como mínimo, de una reducción del 80 por ciento de la DBO<sub>5</sub> y del 90 por ciento de los sólidos en suspensión.

- d) Núcleos entre 5.000 y 20.000 habitantes con requerimientos más altos de depuración.

En este caso, el Plan recomienda la instalación en estos núcleos de sistemas de depuración con biodiscos, biofiltros y canales de oxidación.

- e) Núcleos con más de 10.000 habitantes equivalentes que viertan a "zonas sensibles"

Se utilizarán procesos con alta reducción de sales de fósforo y/o nitrógeno y dentro de ellos los procesos biológicos; utilizando procesos físico - químicos tan sólo en los casos que presenten grandes fluctuaciones de caudal, como puede suceder en zonas de veraneo o turismo estacional.

- f) Núcleos con fuerte contaminación industrial relativa.

En estos núcleos se estudiará como alternativa la conveniencia de implantar tratamientos de tipo físico químico, en función de las características del agua residual al tratar.

Será común a todos los procesos mencionados el desbaste de basuras gruesas para los caudales de dilución máximos y los desbastes finos para los caudales de dilución mínimos, así como los tanques de retención de tormentas en todas las estaciones de depuración de núcleos con población comprendida entre 5.000 y 15.000 habitantes.

Dentro de las actuaciones realizadas por la Junta de Castilla y León se incluye un programa piloto para pequeñas y medianas depuradoras, con el fin de contrastar resultados y obtener la experiencia suficiente para el desarrollo posterior del Plan. En la tabla VI.1 se encuentran recogidas las actuaciones de este programa piloto.

D

1

TABLA VI.1 PROGRAMA PILOTO EN CASTILLA Y LEON					
Población	Q m3/d	DBO5 Kg/d	SS Kg/d	Tipo tratamiento	Rendimiento
ROALES (VA)	65	20	20	Lagunaje natural	90
NAVALPERAL DE PINARES (AV)	400 1.800	120 540	150 600	Lagunaje aireado	>=95
CUELLAR (SG)	1.900	380	720	Lagunaje aireado	>=95
LA ROBLA (LE)	1.100	300	380	Lagunaje mixto	>=95
VILLARCAYO (BU)	1.000 8.000	350 2.800	480 3.900	Lagunaje mixto	>=90
TORO (ZA)	2.000	2.700	2.700	Turba+filtro verde	90/95
OLVEGA (SO)	2.000	1.000	600	Biocilindros	95
VILLAMURIEL (P)	1.000	300	700	Biocilindros	95
CIUDAD RODRIGO (SA)	4.800	1.800	2.200	Canal de oxidación	95

Fuente: Plan Regional de Saneamiento. Edición de 1993

En los apartados que se incluyen a continuación se lleva a cabo una breve descripción técnica de los procesos de depuración propuestos para los diferentes casos por el Plan Regional de Saneamiento.

## **6.2. Descripción de los procesos de depuración de aguas**

Una EDAR o Estación Depuradora de Aguas Residuales Urbanas se podría comparar con una fábrica, que partiendo de una materia prima, que sería el agua residual contaminada, obtendría al final del proceso, un fluido debidamente tratado junto a una serie de subproductos como fangos, arenas, biogás, etc.

Con el fin de reducir a un mínimo los efectos ambientales sobre el cauce receptor, es preciso la construcción de plantas depuradoras de aguas residuales y tener un perfecto mantenimiento y explotación de las mismas, de manera que sea posible conseguir los objetivos previstos cuando se llevó a cabo su diseño.

Un agua residual de tipo urbano contiene fundamentalmente los siguientes tipos de concentraciones de contaminantes.

- DBO ..... 300-350 ppm.
- Sólidos en suspensión ..... 350-450 ppm.
- Nitrógeno total ..... 60-80 ppm.
- Fósforo ..... 20-40 ppm.

El volumen de agua residual producida oscila entre 150-500 l por habitante y día, dependiendo del tamaño del núcleo urbano y situación geográfica, hábitos de la población, nivel de vida, etc.

Para el diseño de las estaciones depuradoras incluidas en el Plan Regional de Saneamiento de Castilla y León, se ha previsto las siguientes dotaciones:

- Poblaciones inferiores a 5000 hab. . . . . 150 l/hab\*d
- Poblaciones entre 5000 y 20.000 hab. . . . . 250 l/hab\*d
- Poblaciones superiores a 20.000 hab. . . . . 350 l/hab\*d

Los datos anteriormente indicados de caudales y composición se refieren a aguas típicamente urbanas, pudiendo resultar más o menos alterados por la presencia de vertidos industriales, dependiendo de su tamaño y proceso de fabricación, así como del grado de tratamiento del agua emitida por las mismas.

Un factor a tener muy en cuenta es la existencia, de forma muy generalizada, de redes de colectores unitarios; por lo tanto, un mismo colector recoge las aguas residuales domésticas junto con las aguas de lluvia. Esto conlleva a que en épocas húmedas lleguen volúmenes de agua importantes a la estación depuradora y ésta pueda ver sobrepasada su capacidad de tratamiento en determinados momentos, siendo precisa su evacuación directa al cauce receptor, para no ver alterados gravemente sus procesos, fundamentalmente los biológicos. Como los primeros volúmenes de agua de lluvia son los más contaminados, en el Plan Regional se prevee la instalación ( o la reserva de espacio para el futuro) de tanques de retención de tormentas, de tal forma que sea posible la recogida de las primeras fracciones para su posterior tratamiento, para poblaciones de hasta 15.000 h.e.



El tratamiento de las aguas residuales presupone la aplicación de unos procesos básicos u operaciones unitarias, cuya secuencia y utilización vienen definidos por el grado de depuración a alcanzar, las características del agua a tratar, y el coste de las instalaciones, así como el correspondiente a la explotación y mantenimiento posterior.

En la actualidad, las diferentes operaciones unitarias se clasifican de acuerdo con los principios en los que se basan.

De acuerdo con lo indicado anteriormente, los diferentes grupos son los siguientes:

- Pretratamientos. Consisten en un conjunto de operaciones que se llevan a cabo al principio de las plantas depuradoras, con el fin de evitar riesgos al resto de las instalaciones que componen la planta, eliminando sólidos de gran tamaño y arenas.
- Decantación. Eliminación de sólidos en suspensión por diferencia de densidad.
- Tratamientos Físico-Químicos. Se basan en la eliminación de contaminantes (fundamentalmente sólidos en suspensión) mediante utilización de reactivos químicos y posterior decantación.
- Tratamientos Biológicos. Se lleva a cabo la eliminación de la materia orgánica biodegradable presente en el agua residual a través de procesos o reacciones de tipo biológico con intervención de microorganismos.
- Tratamientos de fangos. A lo largo de los procesos indicados anteriormente, se van a generar unos fangos o lodos, que se encuentran muy diluidos, y en los que se hallan los contaminantes y/o sus derivados, que fueron eliminados

en la operación correspondiente. Estos fangos es preciso concentrarlos hasta niveles que permitan su evacuación de la planta depuradora, mediante camión u otro medio de transporte, a su destino final

### **6.2.1. Pretratamientos**

La primera operación que se lleva a cabo en una estación depuradora de aguas residuales es la de desbaste. Consiste en la eliminación de todos aquellos cuerpos de gran tamaño que pueden acompañar al agua residual. Esta operación tiene como fin más inmediato la protección de los equipos mecánicos que se encuentran situados posteriormente, así como evitar las obstrucciones en líneas y canales que alterarían el régimen hidráulico de la instalación.

Dentro de las operaciones de tratamiento previo se encuentran:

1- Desbaste.

2- Desarenado.

#### **Desbaste**

Por diversos motivos ,una gran cantidad de "cosas" de mayor o menor tamaño acaban llegando a la planta de tratamiento de aguas residuales, como palos, piedras, plásticos, botellas, etc. Estos materiales ocasionan problemas de diferente índole en las instalaciones, como obstrucción de colectores, canales o tuberías, daños en equipos de bombeo o atascos en mecanismos de purga, entre otros.

Para llevar a cabo las misiones anteriormente indicadas, se utilizan:

- a) Pozos de gruesos; consisten en una rebaja o pozo realizado en la solera de la cámara de bombeo y antes de estos equipos, con el fin de que una parte de las arenas y objetos voluminosos queden allí retenidos.
  
- b) Rejas. Las rejas se componen por un conjunto de barras metálicas de sección rectangular, colocadas en paralelo y con separación uniforme entre ellas. Se sitúan en posición transversal al flujo, de tal forma que el agua residual pase a través de ellas; quedando retenidos los sólidos presentes de tamaño superior a la separación entre barras. Todas las barras se encuentran fijadas en un marco, con el fin de dar rigidez al sistema. La limpieza de las rejas puede ser manual o automática, dependiendo del tamaño de la instalación.

### **Desarenado**

Los desarenadores son unos sistemas en los que se produce una decantación diferencial o selectiva de todas aquellas partículas de densidad elevada, no llevando a cabo la separación de materia en suspensión de naturaleza orgánica.

Las partículas de naturaleza inorgánica eliminadas en este proceso son conocidas con el nombre genérico de arenas, incluyendo en dicha denominación otros productos presentes en el agua residual, como pequeños objetos metálicos, escorias, trozos de cáscara de huevo, etc.

Estos materiales, incluso los de granulometría más baja, producen abrasiones en bombas, líneas y, en general, en equipos en movimiento, lo que redonda en desgastes, y provoca una disminución de la vida de los mismos.

Los desarenadores normalmente se diseñan para la eliminación de todos aquellos sólidos en suspensión con un peso específico igual o mayor que 2,65 y un tamaño de partícula superior a 0,15-0,2mm.

### **6.2.2. Decantación**

El proceso de decantación o sedimentación es una de las operaciones unitarias más antiguas empleadas en el tratamiento de aguas residuales, y una de las más utilizadas en la actualidad. Consiste en un proceso netamente físico, de eliminación de sólidos en suspensión por diferencia de densidad, de tal forma que las partículas con mayor densidad que el agua son separadas por la acción exclusiva de la gravedad. Estos mismos principios (con diferentes parámetros de diseño), se utilizan en la separación de flóculos en los procesos de coagulación-floculación, separación de lodos en unidades de oxidación biológica, espesamiento de fangos por gravedad, etc.

En el proceso de decantación se obtiene en la superficie un líquido claro sobrenadante y los sólidos son extraídos por el fondo en forma de fangos, con una concentración más o menos elevada, dependiendo esta concentración, entre otros motivos, de la naturaleza de los sólidos presentes en el agua residual.

La utilización de este proceso tiene por objeto el proteger a los procesos posteriores de oxidación biológica de la deposición de fangos inertes.

Los dos tipos de equipos utilizados en sedimentación pueden ser circulares o rectangulares, dependiendo la elección de uno u otro tipo de diversos factores como son el tamaño de la instalación, el terreno disponible, la experiencia del proyectista y la estimación de costes de inversión.

En la disposición típica de un decantador rectangular, el agua a tratar entra por un extremo, saliendo el efluente por el opuesto, siendo el flujo paralelo a la dimensión más larga. Los fangos depositados en el fondo son arrastrados hasta uno de los extremos por un sistema de cadena sin fin, con barrederas, o bien mediante un puente que se va desplazando a lo largo del equipo.

La entrada del líquido a tratar debe realizarse transversalmente al tanque, por medio de vertedero, de modo que se distribuya de forma regular a lo largo de toda la sección, con el fin de no producir zonas muertas de trabajo, lo que supondría una disminución del rendimiento en la unidad.

La salida del líquido se llevaría a cabo, al igual que en la entrada, a lo largo de toda la anchura mediante vertedero.

La ventaja de los sedimentadores rectangulares es su fácil acoplamiento en el caso de precisar la construcción de varias unidades.

En los equipos circulares de decantación los fangos son arrastrados hacia un cuenco o pozo de lodos situado muy próximo al centro por medio de unas rasquetas giratorias que barren el fondo del decantador.

El puente utiliza un apoyo central y el equipo de arrastre se encuentra generalmente en el extremo exterior del mismo, pivotando todo el mecanismo sobre el pilar central. Los lodos son eliminados mediante purgas periódicas, bien con bomba o con una línea telescópica.

La alimentación del agua a tratar se realiza normalmente por la parte central en una sección circular destinada a distribuir el agua por igual en todas las direcciones.

La salida del agua se lleva a cabo por medio de un vertedero ajustable situado anularmente.

En decantación de aguas residuales urbanas se obtienen unos rendimientos de eliminación de sólidos en suspensión del 60-65% y del 30-35% en DBO<sub>5</sub> (materia orgánica biodegradable).

### **6.2.3. Tratamiento físico-químico**

Mediante dosificación de reactivos químicos se puede mejorar el rendimiento de los decantadores hasta eliminar el 90% de los sólidos en suspensión y simultáneamente, incrementar la eliminación de DBO<sub>5</sub>, hasta un 60-70%

El tratamiento físico-químico consta de tres partes:

La primera etapa, denominada coagulación, consiste en una neutralización de la carga eléctrica que tienen los coloides lo que hace que se repelan entre sí y no se unan formando flóculos siendo imposible su decantación natural sin reactivos.

La coagulación se consigue desestabilizando las cargas eléctricas con reactivos químicos, y mejorando la mezcla con agitación.

Los reactivos utilizados son sales metálicas con cationes multivalentes. Cuanto mayor sea la carga del catión se obtienen mejores resultados. Los más comúnmente utilizados son el cloruro férrico, sulfato de alúmina, sulfato ferroso, policloruro de aluminio y sulfato férrico entre otros.

La segunda etapa es la floculación, donde las partículas formadas en la coagulación, cuyo tamaño no es suficiente para una rápida sedimentación, se aglomeran dando lugar a flóculos sedimentales.

La floculación consiste en añadir reactivos tipo polielectrolito, consistentes en polímeros orgánicos de cadena muy larga, con características catiónicas, aniónicas o no iónicas, que reaccionen por puentes químicos con los sólidos, formando flóculos de gran tamaño, estabilidad y fácilmente decantables.

La última etapa consiste en la decantación de los flóculos formados, para ello se utilizan decantadores similares a los empleados en el tratamiento primario.

Estos procesos se suelen utilizar cuando hay presencia de aguas industriales, o bien en zonas en que la población estacional se incrementa notablemente, de tal forma que en estos periodos la planta cumpla su cometido al mejorar notablemente sus rendimientos y absorba los incrementos de caudal a la misma.

#### **6.2.4. Sistemas biológicos**

El tratamiento biológico es el encargado de eliminar la materia orgánica biodegradable presente en las aguas residuales y que no ha sido retirada en tratamientos anteriores. Consiste básicamente en provocar el desarrollo de microorganismos capaces de asimilar la materia orgánica que transforman en productos finales y estos son nuevos microorganismos. Estos microorganismos son fácilmente floculables de forma natural y en consecuencia se retiran del agua por decantación.

Por realizarse este proceso con microorganismos se conoce por el nombre genérico de tratamiento biológico o bioquímico y supone sencillamente la aplicación de las leyes naturales de autodepuración en los cauces receptores, llevada a cabo en este caso en condiciones controladas.

Las reacciones bioquímicas que tienen lugar de forma natural en los cauces receptores, o bajo condiciones controladas en las plantas de tratamiento, se clasifican en dos grandes grupos de acuerdo con los microorganismos presentes y en las condiciones que se llevan a cabo.

Las reacciones aerobias se producen en presencia de oxígeno disuelto en el agua, para convertir la DBO presente en el vertido en nuevos microorganismos, energía y productos finales, fundamentalmente CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.

Las reacciones anaerobias se producen en ausencia de oxígeno disuelto, tomando el preciso de los compuestos orgánicos que lo contienen.

El mecanismo de la oxidación biológica aeróbica consiste en la asimilación de la materia orgánica presente en las aguas residuales por los microorganismos, en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo con la siguiente reacción:



Como productos finales del metabolismo aerobio son el anhídrido carbónico, agua, sulfatos, nitratos, etc.



En condiciones anaerobias, la actividad de los microorganismos depende del oxígeno de la materia orgánica o de ciertos compuestos inorgánicos como nitritos, nitratos, sulfatos.

Todas las reacciones biológicas anteriores pueden dividirse en dos tipos: síntesis y oxidación. La fase de síntesis supone la conversión de una parte de la materia orgánica en un nuevo protoplasma celular. Mediante la oxidación de la materia orgánica, los microorganismos obtienen la energía precisa para su existencia.

El número de procesos y formas de los mismos varía considerablemente de unas plantas a otras en función del tamaño de la población servida, principalmente; así, en plantas para núcleos urbanos de muy baja población se pueden encontrar sistemas de tratamiento por lagunaje, contactores biológicos, lechos de turba y en general, los denominados tratamientos blandos y semiblandos, cuya característica fundamental es su bajo costo de mantenimiento.

En núcleos de población media es habitual la instalación, como proceso biológico, del sistema de fangos activos por oxidación total, en el que se penaliza el consumo energético de la instalación en favor de la simplificación, principalmente de la línea de tratamiento de fangos.

En núcleos de población elevada, se utilizan procesos de fangos activos convencionales en cualquiera de sus variantes.

A continuación se describen los principales sistemas biológicos.

## **Fosas Sépticas.**

Aunque a menudo se usen fosas de una sola cámara, el tipo adecuado consiste en dos o más cámaras en serie. En una fosa séptica de doble cámara, el primer compartimento se utiliza para la sedimentación, digestión y almacenamiento del fango. El segundo compartimento proporciona sedimentación y capacidad de almacenamiento del fango adicional y por lo tanto, sirve para proteger contra la descarga del fango u otro material que pueda escaparse de la primera cámara. Es esencial disponer de la adecuada capacidad de almacenamiento, de forma que el fango depositado pueda permanecer en el tanque durante un tiempo suficientemente largo para que se produzca su descomposición y digestión antes de ser extraído. Por consiguiente el fango deberá retirarse cada dos o tres años.

El efluente de las fosas sépticas se evacúa normalmente a unos tubos de drenaje enterrados en el suelo o a zanjas de filtración, desde donde se infiltra al terreno.

Estos equipos se utilizan en núcleos de población muy pequeños.

## **Tanques Imhoff**

El tanque Imhoff consiste en un depósito de dos pisos en el que la sedimentación se consigue en el compartimento superior y la digestión en el inferior. Los sólidos que sedimentan atraviesan unas ranuras existentes en el fondo del compartimento superior, pasando al inferior para su digestión a la temperatura ambiente. La espuma se acumula en los compartimentos de sedimentación, así como en los respiraderos de gas situados al lado de aquellos. El gas producido en el proceso de digestión, en el compartimento inferior, se escapa através de respiraderos.

El tanque Imhoff es sencillo de operar y no exige la supervisión por parte de personal especializado. No existen equipos mecánicos que mantener y su operación consiste en eliminar la espuma a diario y descargarla en el respiradero de gas más próximo, invirtiendo la entrada y por lo tanto la circulación del agua residual dos veces al mes, a fin de igualar la cantidad de sólidos en ambos extremos del compartimento de digestión y extrayendo fango periódicamente.

Los diseños más recientes de tanques de Imhoff modificados incluyen equipos para calentar el compartimento de los fangos y la eliminación mecánica de los mismos. Los tanques Imhoff convencionales sin calentamiento suelen ser rectangulares, aunque también se han empleado algunos circulares de pequeño diámetro.

La utilización de estas plantas es para núcleos de población muy baja.

### **Fangos Activos**

Desde el punto de vista del funcionamiento, en el tratamiento biológico de aguas residuales mediante el proceso de fangos activos, el agua residual se introduce en un reactor donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión. El ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de difusores o aereadores mecánicos que introducen aire y en consecuencia el oxígeno necesario y a su vez, sirven para mantener el líquido en un régimen de mezcla completa.

Tras un periodo determinado de tiempo, la biomasa se separa del agua residual tratada por decantación. Una parte de la biomasa sedimentada es recirculada para mantener la concentración deseada de organismos en el reactor, mientras que otra es purgada del sistema. La fracción purgada en un sistema estabilizado corresponde al crecimiento del tejido celular, asociado a un agua residual particular.

El nivel al cual se debe mantener la masa biológica depende de la eficiencia deseada del tratamiento y de otras consideraciones referentes a la cinética de crecimiento.

En el proceso de fangos activos las bacterias son básicamente los microorganismos más importantes, ya que son los causantes de la descomposición de la materia orgánica del influente.

En el reactor, una parte de la materia orgánica del agua residual es utilizada por las bacterias con el fin de obtener energía y otra para la síntesis de la materia orgánica en nuevas células.

En tanto que las bacterias son los microorganismos que realmente degradan el residuo orgánico del influente, las actividades metabólicas de otros microorganismos son igualmente importantes. Por ejemplo, los protozoos y rotíferos actúan como depuradores de las bacterias de los efluentes.

Por otro lado, del mismo modo que es importante que las bacterias descompongan el residuo orgánico tan rápidamente como sea posible, también lo es que formen un flóculo adecuado, puesto que ello es un requisito previo para la separación de los sólidos biológicos en la instalación de la sedimentación.

Basándose en lo anteriormente indicado, existe un conjunto de variantes que se describen a continuación.

#### **a) Proceso convencional.**

El proceso convencional corresponde con un modelo de flujo tipo pistón con recirculación de fangos.

En este caso, el agua residual y los lodos decantados entran en el reactor biológico por uno de sus extremos, saliendo por el opuesto.

**b) Mezcla completa.**

Se basa en la mezcla completa y uniforme a lo largo de todo el reactor, manteniéndose unas concentraciones constantes a lo largo de toda la unidad.

La característica más importante de este sistema es que la carga y la demanda de oxígeno es constante a lo largo de toda la unidad. Este tipo de proceso tiene como ventaja que se adapta muy bien a las variaciones de caudal.

**c) Alimentación escalonada.**

Representa una forma de mejorar el aprovechamiento en la aireación del agua. En este proceso se regula la alimentación del agua, graduándola a lo largo del tanque con objeto de igualar la carga másica en el mismo.

La aireación puede hacerse de forma continua o también graduada.

**d) Contacto-estabilización.**

Aquí, el tanque de aireación queda dividido en dos partes. Una de ellas es donde se realiza el contacto o mezcla del agua con el fango. El segundo tanque, llamado de estabilización, recibe el fango recién recogido del decantador. En él se airea sin presencia de sustancias orgánicas de nuevo aporte y por ello se agota la reserva de materia orgánica presente en el proceso.

**e) Aireación graduada.**

Consiste en un proceso de flujo pistón, donde se regula la entrada de aire, graduando su proporción a lo largo del tanque. De esta forma se reduce la aireación en la parte final donde la demanda de oxígeno ha decrecido con relación a la del principio del tanque.

**f) Aireación prolongada.**

Este proceso es idóneo para núcleos de población baja - media, ya que simplifica la línea de fangos, aunque el consumo energético sea elevado.

Este proceso se conoce igualmente con el nombre de oxidación total.

En la aireación prolongada, el agua permanece en el depósito durante al menos 24h produciendo una buena estabilización de los lodos y una menor cantidad de fango en exceso a eliminar, teniendo en contrapartida, el consumo energético elevado. Además, la estabilidad del fango simplifica sobremanera la línea de tratamineto del mismo.

Debido a que una parte muy importante de la biomasa se oxida, se obtienen menores volúmenes de fangos, así como muy mineralizados.

**g) Canales de oxidación.**

Consiste en un reactor de lodos activos en forma de canal. El aporte de aire puede ser mediante turbinas, discos o paletas, que a la vez de airear hacen circular el agua por los canales. El agua se hace pasar repetidas veces por los canales antes de su evacuación.

El elemento básico con que el hombre colabora con los procesos naturales en los reactores biológicos es mediante la introducción de oxígeno. El oxígeno introducido va a llevar el proceso hacia sistemas aeróbicos, siendo captado de forma directa por los microorganismos.

El oxígeno se introduce incorporando aire al líquido del reactor.

Los métodos básicos para airear agua residual son:

- 1) Introducir aire por medio de difusores porosos sumergidos o boquillas.
- 2) Agitar mecánicamente el agua residual de modo que facilite la disolución del aire de la atmósfera.
- 3) Agitar mecánicamente el agua a la vez que se incorpora aire.

### **Lechos Bacterianos.**

Los lechos bacterianos son un sistema de depuración biológica de aguas residuales, en el que la oxidación de la materia orgánica se produce al hacer circular, a través de un relleno, aire y agua residual.

La materia orgánica y demás sustancias contaminantes del agua son degradadas en una película biológica compuesta por microorganismos que se desarrollan alrededor de los elementos constituyentes del relleno.

Esta película no debe de tener más de 3 mm de espesor, ya que no se puede asegurar la acción del oxígeno en espesores mayores. La película se forma por adherencia de los microorganismos al soporte.

Al aumentar el espesor de la película, las capas más profundas entran en anaerobiosis al no llegar el oxígeno. Se produce conjuntamente una fase anaeróbica, con rotura de la película, perdiendo la capacidad de adherencia al medio poroso. Entonces se desprende la película, siendo arrastrada por el agua residual y conducida a la decantación secundaria donde se producirá la sedimentación. La película biológica está constituida principalmente por bacterias autótrofas (fondo), y por heterótrofas (superficie), hongos, algas verdes y protozoos.

El agua residual se vierte de la forma más uniforme posible en la parte superior del relleno, que está compuesto por torres de profundidad variable según los tipos considerados.

La ventilación natural se produce por efecto de la diferencia de temperatura del aire y del agua. Al calentarse o enfriarse el aire en el interior del lecho se produce una variación de la densidad, que provoca el movimiento de la masa.

El material suele ser grava o piedra triturada, clasificada por tamaños uniformes. También se utilizan otros materiales tales como escoria y antracita.

Actualmente, los lechos son de material plástico de formas regulares, con gran porosidad, rígidos y ligeros. Con estos materiales modernos de relleno se han logrado profundidades de hasta 10 metros, así como una capacidad de depuración elevada.

### **Lagunas de Oxidación.**

Las lagunas de oxidación se basan en la creación de unas balsas en las que se vierte el agua residual y en las que se reproducen las condiciones que permiten el proceso de autodepuración.



Las lagunas de oxidación o estabilización pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- **Lagunas anaerobias:** son estanques profundos de más de dos metros de profundidad, en los que se produce una estabilización parcial de la materia orgánica. Se caracterizan porque apenas existe oxígeno disuelto, excepto en la carga aerobia superficial y la estabilización se consigue mediante la acción de las bacterias anaerobias, que primero transforman la materia orgánica en ácidos volátiles y posteriormente, por la acción de las bacterias metano-fórmicas, en  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ . La biodegradabilidad aumenta o disminuye en función de la temperatura. En estas lagunas los sólidos en suspensión decantan, teniendo lugar una mineralización de la materia orgánica.
- **Lagunas aerobias:** son estanques de poca profundidad 0,3-1m, lo que permite la insolación de la casi totalidad de la capa de agua y que las algas produzcan el oxígeno suficiente para mantener las condiciones aerobias. Se produce una interacción bacteria-alga, de forma que las bacterias aerobias descomponen la materia orgánica y suministran el  $\text{CO}_2$  necesario para la fotosíntesis de las algas, las cuales aportan el  $\text{O}_2$  requerido por las bacterias.
- **Lagunas facultativas:** son estanques de profundidad media, de 1 a 2 m, en los que la capa superior es aerobia, la capa inferior es anaerobia (los sólidos son descompuestos por las bacterias anaerobias, pasando la materia orgánica soluble a la zona aerobia), y en la capa intermedia la degradación de la materia orgánica se lleva a cabo mediante bacterias facultativas.

El oxígeno necesario para las bacterias se produce mediante la actividad fotosintética de las algas durante el día y la aireación natural atmosférica de la superficie.

En determinados casos, en los que el suministro de oxígeno es deficiente por escasez de superficie o tiempo de residencia, es necesario suministrarlo mediante dispositivos mecánicos de aireación (lagunado aireado) o mediante recirculación del efluente.

Se pueden establecer distintas combinaciones de los tipos anteriores en función de las características del agua a tratar, de las exigencias del vertido y de la disponibilidad del terreno, fundamentalmente.

### **Lecho de Turba.**

La turba es el resultado de la acumulación de materia vegetal y de su degradación biológica producida en condiciones de exceso de agua y falta de oxígeno.

El proceso que se lleva a cabo en un lecho de turba es un tratamiento físico-químico que tiene mayor flexibilidad en relación al caudal y contenido en contaminantes que un proceso convencional de lagunaje.

En este tipo de tratamientos las aguas pasan por gravedad a unos lechos de turba situados en balsas, en los que se producen los siguientes procesos:

- Procesos físicos-químicos.
- Procesos bacteriológicos.
- Procesos de retención mecánica de sólidos en suspensión.

Se utilizan dos lechos de turba, uno en funcionamiento y otro en reserva para su aireación y mantenimiento.

Es necesario asegurar la estanqueidad general del terreno, bien por su composición natural arcillosa o llevando a cabo las obras necesarias, lo que encarece la instalación. Si la topografía lo permite puede escavarse en el terreno dando a los taludes una pendiente 1/1 o similar; en el caso de que haya que construirlas elevadas, es suficiente disponer de paredes de bloques o de ladrillos revestidas interiormente de un mortero hidrófugo.

Las paredes de las balsas deben sobresalir 0,2 m del nivel de la turba, a fin de asegurar una capacidad de embalse adicional en el caso de variaciones bruscas de caudal por tormentas.

En las zonas inferiores se colocan unos drenajes de grava que recogen las aguas tratadas.

#### **Filtro verde.**

La aplicación del agua residual a un terreno cubierto de vegetación herbácea y leñosa es un procedimiento natural de depuración para la filtración y degradación de la materia orgánica. Del agua residual que es aplicada en un terreno, parte atraviesa el suelo sufriendo una depuración, parte es incorporada por la vegetación y parte pasa a la atmósfera debido a la evapotranspiración.

Los nutrientes que porta el agua residual son aprovechados como abono.

Debido al contenido de patógenos de las aguas residuales urbanas, este método no se puede utilizar con vegetales que se consumen crudos, o bien en zonas con una capa freática alta que pueda ser utilizada por la población.

Generalmente es usado como riego de especies arbóreas, obteniéndose además de la depuración una producción de madera. Las especies más utilizadas son del género *Populus*.

Desde el punto de vista de carga hidráulica y de menor a mayor, la aplicación al terreno se puede realizar:

- a) Riego de cultivo.
- b) Escorrentía sobre cubierta vegetal.
- c) Infiltración percolación.

Las ventajas que presenta este tipo de tratamiento son:

- No consume energía.
- No produce fangos.
- No necesitan personal cualificado.

Las condiciones que tiene que reunir un terreno para ser apto para su utilización como filtro verde son:

- Que tenga una permeabilidad adecuada sin ser demasiado elevada, puesto que no daría tiempo suficiente para la degradación de la materia orgánica.
- La profundidad de la capa permeable tiene que ser superior a un metro.

- El nivel freático tiene que estar a una profundidad mayor de 1,5 m.
- No puede haber pozos ni tomas de agua potable cercanas.
- La pendiente de terreno debe oscilar entre el 2 y el 6%, ya que con mayores pendientes se pueden presentar problemas de erosión, y de corrimiento de tierras.

### **Biodiscos o contactores biológicos**

Los contactores biológicos consisten en conjuntos de discos de material plástico que se sumergen parcialmente (40%) en las aguas residuales a tratar, contenidos en depósitos, y girando a baja velocidad, se exponen alternativamente al aire y al agua. En los discos se desarrolla una biomasa que utiliza como fuente de crecimiento del contenido orgánico del agua a tratar.

La rotación de los discos permite la oxigenación de la biomasa.

La película biológica aumenta hasta que su espesor dificulta el proceso biológico o su peso hace que se desprenda, pasando a estar en suspensión en el agua en forma de fango biológico, que se separa por sedimentación en la siguiente etapa (decantación).

Una vez desprendida la capa, empieza otra vez el crecimiento de una nueva, y así indefinidamente.

De esta forma, se lleva a cabo la captura de sustancias orgánicas solubles a nivel de la superficie celular y su transformación en materia separable por procedimientos físicos.

Los contactores biológicos rotatorios están formados por:

- Un eje de acero al carbono, recubierto con resinas epoxídicas, dispuesto para ser soportado por los extremos.
- Una estructura radial de acero tratado, capaz de soportar los sectores de paneles que forman los discos.
- Los discos formados por sectores circulares están realizados en polietileno de elevado peso molecular con adición de carbón black para eliminar los efectos cristalizadores de los rayos ultravioleta.

#### **6.2.5. Tratamientos de fangos**

Durante los procesos indicados anteriormente se van a producir fangos que se encuentran muy diluidos y que es preciso concentrar hasta unos niveles que permitan su evacuación de la planta hasta su destino final. Los tipos de tratamiento más utilizados son:

##### **Eras de Secado.**

Normalmente las eras de secado, aunque funcionan bien y producen un lodo seco sin olor, tienen un límite, ya que requieren grandes superficies de terreno y costo de mano de obra para su limpieza, lo que las hace inviables para grandes plantas.

El método consiste en incorporar los lodos sobre una balsa con arena, con fondo drenado. De esta forma se efectúa una primera pérdida de agua por drenaje, a la vez que van decantando. Simultáneamente se pierde agua por evaporación. Este procedimiento se utiliza para plantas pequeñas.

## **Espesamiento.**

Los espesadores son cubas cilíndricas de hormigón, terminadas en forma cónica que tienen una entrada (para los fangos a espesar) y dos salidas. Una parte inferior para el fango espesado y otra por la parte superior para el sobrenadante.

Los espesadores pueden ser estáticos o mecánicos. Los primeros sólo constan de la cuba, contando con un cono de descarga con gran pendiente ( $45^\circ$ ), utilizándose exclusivamente en plantas depuradoras pequeñas.

Los mecanizados tienen además un conjunto de rasquetas giratorias. Poseen poca velocidad y giran constantemente, con lo que se facilita el desprendimiento de los fangos, así como la recogida de los mismos del fondo del espesador.

Con estos equipos se consigue concentrar los fangos hasta un 6-8%.

## **Digestión.**

Los fangos primarios, y muy especialmente los secundarios, tienen en su composición elevadas cantidades de materia orgánica, que es preciso estabilizar.

El sistema elegido es su biodegradación en condiciones aerobias o anaerobias.

### **a) Digestión anaerobia.**

La digestión tiene lugar en ausencia de oxígeno, en grandes tanques cerrados provistos de agitación por recirculación del gas formado (denominado biogás), compuesto fundamentalmente por metano y que tiene un poder calórfico importante.

Los procesos anaerobios son mucho más lentos que los aerobios, siendo preciso para disminuir los tiempos de retención el trabajar a temperatura elevada, entre 34-37°. En estas condiciones los tiempos de retención para la digestión de los fangos son próximos a los treinta días.

El calor preciso para calentar los digestores, procede de la combustión del biogás formado en la digestión.

En determinadas instalaciones, el gas es quemado en motores acoplados a un alternador, con el fin de obtener energía eléctrica para consumir en la EDAR.

#### **b) Digestión aerobia.**

La digestión aerobia es otra alternativa del tratamiento de fangos. Su fundamento es una aireación prolongada hasta la reducción de las materias volátiles, para que no se produzcan olores desagradables y se consiga la descomposición de los sólidos hasta lograr unos lodos prácticamente inertes.

La digestión anaerobia se utiliza en plantas grandes, mientras que la digestión aerobia se lleva a cabo en plantas medianas.

En plantas pequeñas, los fangos se deshidratan en eras de secado, sin digestión previa.

#### **Filtración.**

Los fangos estabilizados en la digestión deben ser deshidratados hasta una sequedad tal que permita su evacuación de la depuradora.



Antes de proceder a la deshidratación, los fangos deben ser acondicionados químicamente para conseguir los rendimientos apropiados.

El sistema más utilizado en la actualidad para deshidratar los fangos es mediante filtros de bandas contínuas, con los que se obtienen unas tortas con una concentración en materia seca del 25-30%.

Otras alternativas utilizadas con cierta frecuencia es la deshidratación de los fangos mediante centrífugas o filtros prensa.

## **CAPITULO VII**

### **EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO DE EDAR**

