

METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DEL CONTROL REGIONAL DE LA CONTAMINACION(*)

Por JUAN AUGUSTO MONTANI
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

El control de la contaminación de grandes áreas hace necesaria la valoración conjunta de aspectos técnicos, económicos y sociales, de manera que sus interrelaciones conduzcan a la selección del o de los sistemas óptimos a ser aplicados. Estos requerimientos son, evidentemente, mucho más amplios que los que usualmente bastarían para enfocar el saneamiento de efluentes o emisiones puntuales. Por lo tanto, el control regional de la contaminación puede ser eficientemente acometido por aquellas entidades adecuadamente diversificadas y experimentadas. El presente artículo es una guía sucinta de los distintos pasos aplicados con este fin, extractados de la propia experiencia.

A) General.

De forma sintética general, se podrían distinguir tres etapas diferenciadas en el proceso del estudio y la realización del control regional de la contaminación. Estas serían:

Etapas A. — Estudio y formulación de un plan integral de saneamiento.

Etapas B. — Anteproyecto general de las obras.

Etapas C. — Proyecto y construcción de las obras.

El presente artículo se limita al análisis sucinto de la primera de estas tres etapas.

B) Etapa A.—Estudio y formulación de un plan integral de saneamiento.

El control regional de la contaminación de grandes áreas es una compleja tarea que requiere en primer lugar el estudio conjunto de aspectos técnico-socio-económico regionales diversos con ciertos objetivos definidos.

Los aspectos técnico-socio-económico regionales principales serían las características y condiciones:

1. Geográficas.
2. Agronómicas.
3. Demográficas.

4. De ordenación territorial.
5. Industriales.
6. De abastecimiento de energía.
7. De abastecimiento de agua.
8. De las aguas residuales urbanas e industriales.
9. De las aguas subterráneas.
10. De las escorrentías contaminadas.
11. De los sistemas de recogida de aguas residuales.
12. De los sistemas de recogida y eliminación de residuos sólidos.
13. De las instalaciones de depuración existentes.
14. De los cauces y/o cuerpos receptores.
15. De las fuentes de contaminación atmosféricas.
16. De los aspectos turísticos y monumentales.
17. Del nivel sanitario humano.
18. Económico-financieras.

Los objetivos mencionados del estudio serían:

Primer objetivo. — El análisis de la situación en el momento del estudio o, de otra forma, la evaluación del tipo y grado de la contaminación regional en ese momento, y la evaluación del potencial y grado de influencia de los aspectos antedichos en la generación o reducción de la contaminación, también en ese momento.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta revista hasta el 28 de febrero de 1977.

Segundo objetivo.— La previsión de la situación futura. Esta previsión involucraría la proyección de las características y condiciones de aquellos aspectos que, entre los antedichos, fuesen evolutivos para el (o los) año(s) horizonte prefijado(s) justificadamente. Asimismo comprenderían la estimación del potencial y grado de influencia de todos los aspectos antedichos en la generación o reducción de la contaminación en el (o los) año(s) horizonte prefijado(s).

Tercer objetivo.— La adecuada selección de los sistemas de control de la contaminación regional. Los aspectos técnico-socio-económico estudiados fundamentarían el análisis y selección de estos sistemas para que los mismos se ajustasen a las necesidades reales de depuración regional para cada año horizonte.

Cuarto objetivo.— La formulación de la normativa técnico-legal que regiría la realización del control regional de la contaminación.

Quinto objetivo.— La definición y planificación de las tareas requeridas para materializar dicho saneamiento regional, y para administrar su desarrollo y obligatoriedad.

La ejecución de las tareas del estudio de saneamiento regional estaría guiada por una metodología ejecutiva básica.

El propósito fundamental de esta metodología sería prever la flexibilidad operativa requerida para conducir y controlar los trabajos de preparación del plan integral de saneamiento en función del tipo, cantidad y calidad de la información que se obtuviese, a medida que la misma se fuese adquiriendo.

Las fases y pasos principales de esta metodología deberían ser expuestos en forma gráfica, de modo que se pudiese apreciar la correlación, entre las mismas, en forma concisa. Asimismo, se debería preparar un diagrama de barras en donde se indicase el tiempo estimado de realización de cada una de las fases y pasos de la preparación del plan, la fecha aproximada de iniciación de cada fase y su fecha aproximada de terminación.

Finalmente se debería proporcionar el programa de los trabajos a ejecutarse de acuerdo con la metodología indicada. Tanto la metodología como el programa de los trabajos podrían ser modificados a medida que avanzasen los

trabajos, de forma que se pudiesen alcanzar correctamente los objetivos propuestos (ya mencionados) en el plazo prefijado.

A continuación se presenta una breve exposición aclaratoria del contenido primordial de las fases y pasos de dicha metodología ejecutiva.

B.1. Exposición aclaratoria de la metodología.

Fase 1. Análisis de la situación en el momento del estudio.

Paso a) Revisión y adecuación definitiva de la metodología ejecutiva básica a las particularidades técnico-socio-económicas de la región.

La metodología ejecutiva básica sería revisada en su totalidad con los representantes de la entidad contratante de los servicios de ingeniería, de manera que se ajustase a las particularidades técnico-socio-económicas de la región en estudio, y de forma que pudiese ser aprobada por ambas partes antes de dar comienzo a los trabajos. Al mismo tiempo se debería verificar que no existiese ambigüedad de interpretación en relación con los siguientes puntos:

1. Propósitos y alcance del plan integral de saneamiento, teniendo en cuenta la realidad socio-económico-financiera de la región.
2. El programa y alcance de los trabajos, los períodos considerados para la ejecución material de las tareas del mismo, y el alcance de la colaboración de las entidades que interviniesen.
3. El personal asignado para la realización de los trabajos, el número de grupos de trabajo, los integrantes de cada grupo, y las tareas que cada grupo tendría a su cargo.
4. Mecánica de la supervisión y control del avance de los trabajos por parte de la entidad contratante.
5. Clase, nivel y periodicidad de las reuniones entre los representantes y técnicos de la ingeniería y la entidad contratante.

Paso b) Movilización del personal y comienzo de los trabajos.

Se procedería de acuerdo con lo indicado en el programa de trabajos y con lo acordado durante la revisión definitiva de la metodología objeto del paso a).

Paso c) Inventario de la información existente y obtención de la información complementaria necesaria.

Se procedería a la obtención de la información necesaria, a través de visitas a los lugares de interés y a las dependencias competentes de la Administración, envío de cuestionarios y visitas a las industrias y trabajos de campo (mediciones, muestreos, análisis, etc.). Los aspectos para los cuales se realizaría la obtención de la información y el grado de detalle con que se obtendría la información asequible estaría dictaminada por los objetivos y necesidades del alcance del plan de saneamiento. Por lo tanto, en donde correspondiese, se emplearían criterios de muestreo basados en la experiencia.

Paso d) Clasificación, verificación, correlación, interpretación y síntesis de la información disponible.

Cada uno de los tipos de datos obtenidos en el paso anterior sería clasificado, en forma tabular, de acuerdo con los objetivos del estudio.

En cuanto fuese necesario, y a efectos de determinar la validez y fiabilidad de los resultados de los análisis de laboratorio realizados, se procedería al estudio estadístico de su precisión. Aquellos resultados analíticos que fuesen imprescindibles para el correcto desarrollo del estudio, y cuya precisión fuese inferior a la aceptable para los propósitos del mismo, deberían ser desechados y realizados nuevamente.

Los datos relativos a tipo, cantidad y concentración de contaminantes u otras características físicas, químicas o biológicas, de interés preponderante para el estudio, serían representados gráficamente por medio de mapas. Estos mapas serían principalmente de tres clases: mapas de tipo de contaminación, mapas de cantidad de contaminación y mapas de concentración de contaminación.

La primera clase de mapas se utilizaría para indicar la situación y distribución física de la

contaminación. Las otras dos clases de mapas se prepararían para representar, a escalas convenientes, la cantidad y concentración, respectivamente, de los contaminantes sobre las áreas contaminadas.

Fase 2. Previsión de la situación futura.

Paso a) Previsión preliminar de las condiciones sanitarias futuras y de los niveles de depuración recomendables.

La formulación de las previsiones preliminares de las condiciones sanitarias futuras es necesaria como parte de la mecánica por medio de la cual se llegaría a la formulación de las previsiones definitivas. Estas condiciones preliminares permitirían la formulación preliminar de las medidas correctoras de la "situación actual". Sobre estas bases se podrían seleccionar los tipos de ensayos de tratabilidad necesarios para verificar tanto las previsiones preliminares como las medidas correctoras, lo cual, a su vez, permitiría formular las previsiones definitivas y las variantes probables definitivas de materialización de las medidas correctoras.

Sobre la base de la definición de la "situación actual" obtenida en la fase 1 se plantearía la previsión preliminar de las condiciones sanitarias futuras y los niveles de depuración recomendables. Para ello, además de la "situación actual", se tendrían en cuenta las siguientes consideraciones de partida:

1.^a Años horizonte para los cuales se deberían formular las previsiones y los niveles de depuración. Los años horizonte que se escogiesen preliminarmente podrían ser luego reemplazados por otros, si así se demostrase conveniente como consecuencia de la formulación de los niveles de depuración recomendables.

2.^a Identificación de distintas zonas dentro de la región. Las características principales a tenerse en cuenta para efectuar esta identificación sería:

- Topografía.
- Situación y límites de provincias y municipios.
- Situación y tipo de industrias.
- Posibilidades de expansión demográfica e industrial.
- Condiciones económicas.

3.^a Necesidades reales de depuración por zonas y para cada año horizonte.

Sería necesario efectuar la evaluación preliminar de las necesidades de depuración por zona y por cada año horizonte, siempre basada en los datos de la "situación actual" y en su confrontación con criterios modernos aceptados de ingeniería ambiental exigibles para la preservación de la salud de la población y la preservación de los recursos naturales. Se deberían definir y explicar en forma concisa, los criterios y normas propuestos a ser utilizados en la evaluación de las necesidades de depuración.

4.^a Disponibilidades económico-financieras.

Se efectuaría un análisis preliminar de estas disponibilidades, teniendo como punto de partida los conceptos pertinentes contenidos en los propósitos y el alcance del plan de saneamiento.

Pasos b y c) Estudio y formulación preliminar de distintas alternativas de saneamiento (paso b), y realización de estudios complementarios y especiales de tratabilidad y depuración (paso c).

Una vez definidas las condiciones sanitarias futuras y los niveles de depuración recomendables preliminares, se procedería a la realización coordinada de dos tareas complementarias entre sí, a saber: la primera (paso b), el estudio y la formulación preliminar de distintas alternativas posibles de saneamiento, y la segunda (paso c), la realización de estudios complementarios especiales de tratabilidad y depuración. La primera comprendería la exposición preliminar completa de:

1. Los diversos sistemas posibles de recogida de aguas residuales. Este apartado del estudio incluiría la previsión de los posibles puntos de vertidos de los diversos sistemas de alcantarillado de aguas residuales domiciliarias, industriales o pluviales, y la previsión de los posibles sistemas de conducción por gravedad o bombeo necesario.

2. Los distintos tipos de proceso de tratamiento posibles de las aguas residuales domiciliarias, industriales o mixtas.

3. Los diversos sistemas de tratamiento de estas aguas, comprendiendo las obras de reco-

gida y depuración y la consideración de sistemas separados o centralizados.

4. Los diversos tipos de control y/o tratamientos de las emisiones atmosféricas.

5. Los diversos tipos de recogida y tratamiento de los residuos sólidos.

6. El coste preliminar aproximado de las obras de saneamiento consideradas.

Se prepararía también un plano con la situación de cada sistema considerado de recogida y tratamiento de los efluentes y los residuos sólidos.

Asimismo se debería incluir un análisis sucinto de la repercusión relativa ambiental y económica de los sistemas posibles de saneamiento considerados de forma que fuese utilizable como elemento de juicio para la previsión definitiva de las condiciones sanitarias futuras y los niveles de depuración recomendados.

La segunda tarea (paso c) debería consistir en la realización de ensayos de tratabilidad físicos, químicos, biológicos o combinados, *in situ* y/o en laboratorio de los efluentes, todo lo procedente según correspondiese, para la formulación preliminar de las distintas alternativas posibles de saneamiento.

Las dos tareas enunciadas precedentes serían complementarias porque: los ensayos de tratabilidad deberán realizarse con muestras compuestas de los vertidos, cuya composición dependería de la configuración de los sistemas de recogida y de la mezcla considerada para los mismos, y porque la consideración de una configuración de recogida y tratamiento de vertidos estaría vinculada a la tratabilidad de los mismos o a su compatibilidad de tratamiento desde los puntos de vista de proceso y económico.

Paso d) Previsión definitiva de las condiciones sanitarias futuras y de los niveles de depuración recomendados.

Se procedería a la previsión definitiva de las condiciones sanitarias futuras y de los niveles de depuración recomendados para cada año horizonte considerado, sobre la base de las conclusiones obtenidas de la evaluación conjunta de los resultados de los ensayos de

tratabilidad y de los sistemas posibles de saneamiento considerados.

Finalmente, se prepararía un mapa con indicación de las condiciones y niveles antedichos para cada año horizonte.

Fase 3. Estudio y selección de los sistemas de saneamiento recomendables.

Paso a) Selección y formulación conceptual definitiva de distintas alternativas de saneamiento.

Una vez complementadas las previsiones objeto de la fase 2, se procedería a la selección definitiva de los sistemas de saneamiento recomendables para cada año horizonte desde el punto de vista técnico.

Para ello, se redactaría la discusión de las alternativas posibles consideradas, se haría una exposición ordenada de las conclusiones extraíbles, y se efectuarían, como consecuencia, la selección de los sistemas recomendables de recogida y tratamiento de efluentes de tratamiento de las emisiones atmosféricas, y de recogida y de tratamiento de residuos sólidos, para cada año horizonte.

Seguidamente, se realizaría la definición conceptual definitiva de las obras e instalaciones de saneamiento correspondientes a cada año horizonte. En este paso se definirían los parámetros de diseño de los componentes de los sistemas recomendables, se definirían las dimensiones básicas de acuerdo con los requerimientos de proceso y económicos de cada caso, y se establecería la situación planimétrica y altimétrica relativa de los mismos.

Paso b) Comparación técnico-económica de las distintas alternativas definitivas de saneamiento teniendo en cuenta la explotación.

Con los datos del paso anterior se valorarían las obras correspondientes a las distintas alternativas definitivas. Seguidamente, se efectuaría la comparación técnico-económica de estas obras, para lo cual se tendría en cuenta principalmente lo siguiente:

1. Año horizonte considerado.
2. Coste de construcción e instalación.
3. Coste del capital.
4. Coste de explotación.

Paso c) Selección definitiva de los sistemas de saneamiento recomendados.

El último paso de esta fase consistiría en la selección de los sistemas de saneamiento recomendados para lo cual se redactarían las conclusiones de la comparación técnico-económica del paso anterior con su debida justificación. Finalmente, se prepararía un mapa con la situación de las obras de saneamiento recomendadas.

Fase 4. Anteproyecto de reglamento de vertidos y emisiones atmosféricas. Formulación de cánones y tarifas. Proyecto de normas de actuación en materia de saneamiento.

Paso a) Formulación del anteproyecto de reglamento de vertidos y emisiones.

Se procedería a la redacción de este anteproyecto teniendo principalmente en cuenta lo siguiente:

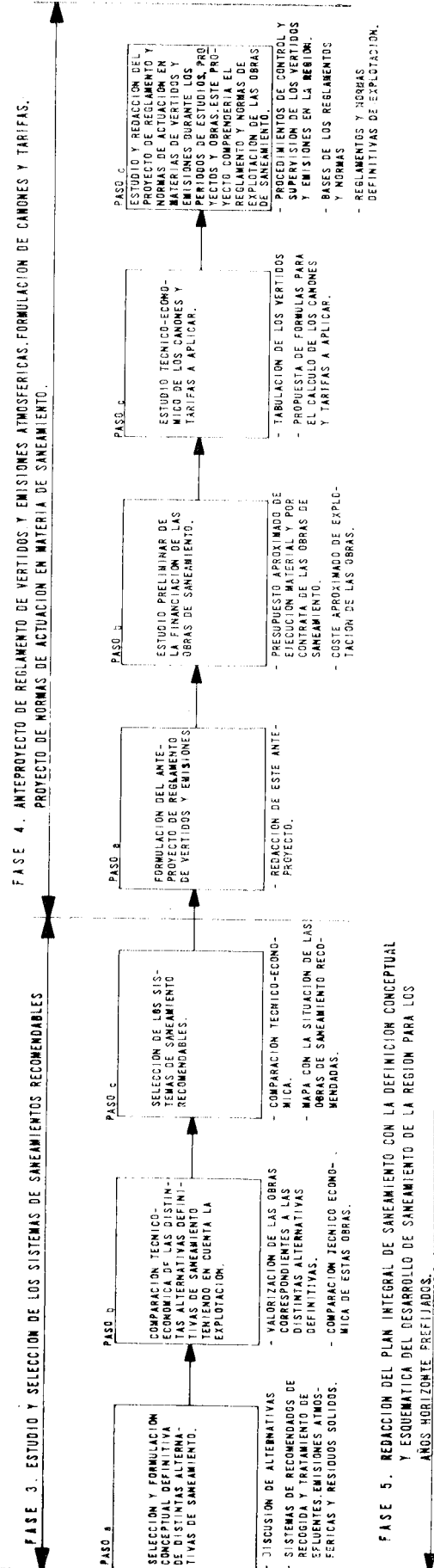
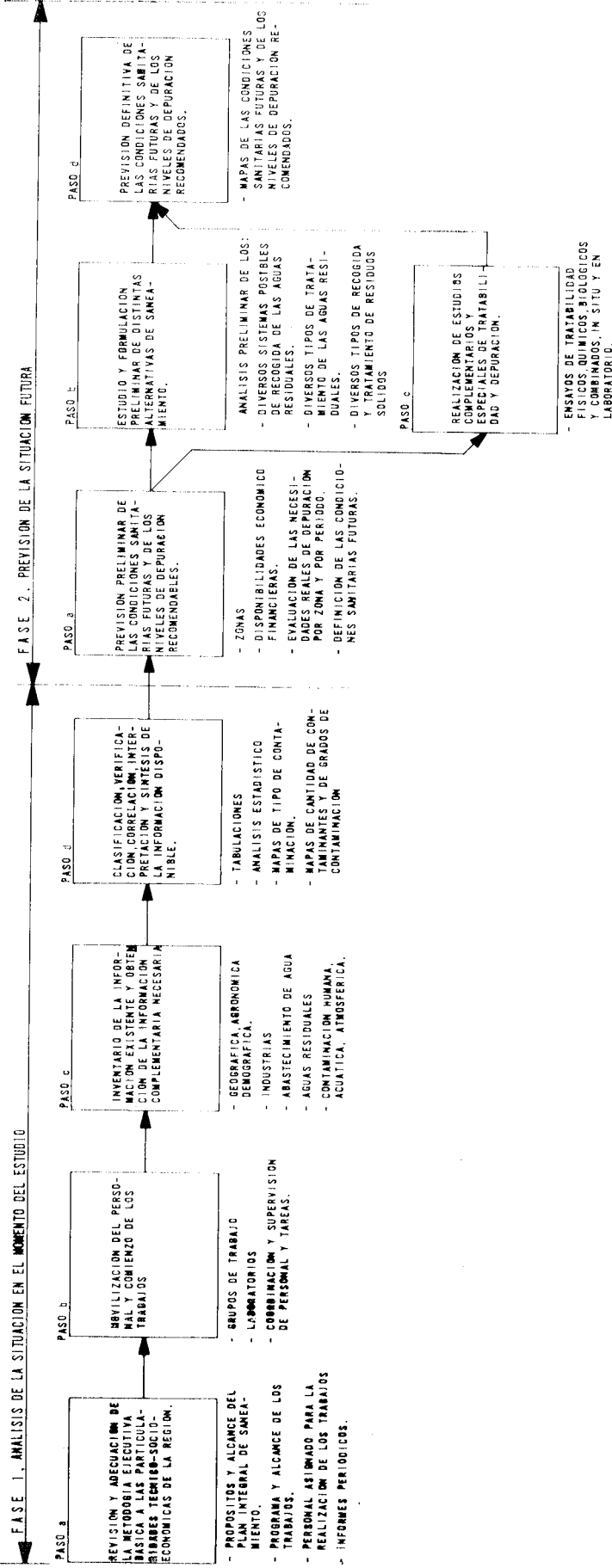
1. Regímenes jurídicos existentes de las aguas públicas, de las obras de depuración de aguas residuales, y de protección ambiental.
2. Características de calidad a que deberían ajustarse los vertidos a colectores de aguas residuales y las emisiones atmosféricas producidas por los distintos usuarios existentes, y por los usuarios futuros, para los años horizonte considerados.
3. Disposiciones preliminares de policía de vertidos y emisiones a que deberían someterse los usuarios.

Paso b) Estudio preliminar de la financiación de las obras de saneamiento.

Este estudio preliminar comprendería la realización de las siguientes tareas:

1. Preparación del presupuesto aproximado de ejecución material y por contrata de las obras de saneamiento.
2. Estimación de las disponibilidades económicas y coste del capital (ver fase 2, paso a), 4.^a consideración).

ESTUDIO Y FORMULACION DE UN PLAN INTEGRAL DE SANEAMIENTO



FASE 3. ESTUDIO Y SELECCION DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTOS RECOMENDABLES

FASE 4. ANTEPROYECTO DE REGLAMENTO DE VERTIDOS Y EMISIONES ATMOSFERICAS. FORMULACION DE CANONES Y TARIFAS. PROYECTO DE NORMAS DE ACTUACION EN MATERIA DE SANEAMIENTO.

FASE 5. REDACCION DEL PLAN INTEGRAL DE SANEAMIENTO CON LA DEFINICION CONCEPTUAL Y ESQUEMATICA DEL DESARROLLO DE SANEAMIENTO DE LA REGION PARA LOS ANOS HORIZONTE PREFIJADOS.

3. Estimación del coste aproximado de explotación de las obras.
4. Determinación de los costes aproximados de ejecución y explotación de las obras por unidad de efluentes y/o emisiones tratados.
5. Preparación y tabulación, para cada una de las zonas identificadas en la fase 2, paso a), 2.^a consideración, de los siguientes datos:

- Situación actual.
- Niveles de depuración recomendados.
- Condiciones económicas.
- Coste de la depuración recomendada.

6. Redacción del programa preliminar de financiación de las obras y distribución de los costes. Las conclusiones de este estudio servirían para establecer más adecuadamente los cánones y las tarifas a aplicar a los usuarios de las obras de saneamiento.

Paso c) Estudio técnico-económico de los cánones y las tarifas a aplicar.

Se prepararía una tabulación de los vertidos conteniendo los siguientes datos:

1. Identificación de la entidad que origina el vertido. A estos efectos se asignaría un número a cada entidad, el cual sería utilizado en lugar del nombre de la entidad a lo largo de todo el estudio.
2. Tipos de contaminantes del vertido de cada entidad.
3. Cantidad, por unidad de tiempo, de los contaminantes provenientes de cada entidad y concentración de los mismos.

Con los datos así tabulados y los datos del programa preliminar de financiación de las obras y distribución de los costes (paso ante-

rior), se propondrían una o más fórmulas para el cálculo de los cánones y tarifas a aplicar a los usuarios de las obras. Esta o estas fórmulas serían sencillas y prácticas y tendrían en cuenta la cantidad de vertido por unidad de tiempo, la cantidad de contaminantes determinantes del proceso recomendado por unidad de tiempo, y el nivel de concentración de dichos contaminantes. La aplicación de estas fórmulas sería analizada conjuntamente con la entidad contratante y la más o las más adecuadas adoptadas de acuerdo con la misma.

Paso d) Estudio y redacción del proyecto de reglamento y normas de actuación en materia de vertidos y emisiones en la región, durante los periodos de estudios, proyectos y obras, comprendiendo los reglamentos y normas de explotación de las obras de saneamiento.

Este proyecto cumplimentaría los siguientes propósitos:

- a) Definir la política y los procedimientos de control y supervisión de los vertidos y emisiones en la región.
- b) Dar las bases para instituir los reglamentos y normas a que se ajustarían dichos procedimientos, durante las etapas de realización del plan de saneamiento integral de la región.
- c) Fijar los reglamentos y normas definitivas de explotación de las obras de saneamiento y el sistema de tarifas requeridas para la explotación y el mantenimiento de dichas obras.

La redacción del proyecto tendría en cuenta el anteproyecto objeto del paso a) de la fase 4.

Fase 5. Redacción del plan integral de saneamiento con la definición conceptual y esquemática del desarrollo de saneamiento de la región para los años horizonte prefijados.