



Documento de Trabajo

Recomendaciones para la Toma de decisiones sobre aguas residuales municipales

Guía práctica de orientación de las políticas sobre el aguas residuales para implementar el Programa de Acción Mundial para la Protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra



Desarrollado en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS)
El Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (CNUAH -Hábitat), y
El Consejo Colaborativo para el Abasto y el Saneamiento del Agua (WSSCC)

Versión del 10 de noviembre de 2000
Oficina Coordinadora PNUMA/ PAM
Apartado Postal 16227
2500BE El Haya, Países Bajos
gpa@unep.nl
<http://www.gpa.unep.org>

Índice

INTRODUCCIÓN	7
ASUNTOS CENTRALES Y RECOMENDACIONES	9
GLOSARIO	15
ABREVIATURAS	18
CAPÍTULO 1: EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES: UN DESAFÍO QUE CRECE	19
1.1 Las aguas residuales en nuestro ambiente	
1.2 Principales limitaciones al dar respuesta a las aguas residuales	
1.2.1 ojos que no ven, ¿corazón que no siente?	
1.2.2 Los altos costos demandan prioridades más claras	
1.3 Origen y tipo de la contaminación del agua	
1.4 El costo de la inacción	
1.5 Una nueva prioridad y una nueva agenda	
CAPÍTULO 2: ENFOQUES Y GUÍAS PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES	31
2.1 Encontrar un enfoque apropiado	
2.1.1 Enfoque orientado por la oferta	
2.1.1 Enfoque orientado por la demanda	
2.1.3 Enfoque orientado por la oportunidad	
2.2 Guía para el manejo de aguas residuales	
2.2.1 Identificación del problema	
2.2.2 Planeación	
2.2.3 Realización	
2.2.4 Aplicación y evaluación	
CAPÍTULO 3: OPCIONES TÉCNICAS	43
3.1 Selección de tecnología	
3.2 Estrategias tecnológicas	
3.2.1 Paso 1: Prevención de la contaminación	
3.2.2 Paso 2: Tratamiento <i>in situ</i>	
3.2.3 Paso 3: Transporte fuera del sitio: colección y aguas pluviales	
3.2.4 Paso 4a: Sistemas naturales de tratamiento	
3.2.5 Paso 4b: Opciones de reciclado y valoración de los desechos	
3.2.6 Paso 5: Tratamiento convencional	
3.3 Evaluación	
CAPÍTULO 4: ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL	56
4.1 Tipos de socios y de organización institucional	
4.2 Diseño de la organización institucional	

4.3 Fortalecer la capacidad institucional	
4.4 Abogacía y conciencia pública	
4.4.1 Comprender el cambio de actitudes y de comportamiento	
4.4.2 Estrategias, enfoques y pasos a seguir	
CAPÍTULO 5: OPCIONES DE FINANCIAMIENTO	73
5.1 Introducción	
5.2 Mecanismos para recuperación de costos	
5.2.1 Cargos a los usuarios basados en su consumo	
5.2.2 Cargos por efluentes	
5.2.3 Impuestos indirectos locales	
5.2.4 Permisos para descarga	
5.3 Disposición para pagar y para compartir los costos	
5.4 Opciones de inversión para la infraestructura	
5.4.1 Financiamiento mediante subvenciones	
5.4.2 Financiamiento por créditos de instituciones gubernamentales o multilaterales	
5.4.3 Financiamiento del mercado	
5.4.4 Atraer capital privado	
5.5 Alianzas del sector público y el sector privado	
5.6 Evaluación	
BIBLIOGRAFÍA	89
LISTA DE FIGURAS	
Figura 1.1 Acceso a agua segura y a servicios sanitarios en los países en desarrollo; porcentaje de la población atendida y por atender	21
Figura 1.2 Componentes de las aguas residuales municipales	24
Figura 3.1 Ejemplo de un árbol de decisión para la selección de la tecnología	44
Figura 4.1 Modelo de planificación comunicativa	66
LISTA DE TABLAS	
Tabla 1.1 Rango de costo per capita de opciones <i>in situ</i> y con colección (con tratamiento convencional)	23
Tabla 1.2 Variación en la composición de agua de desecho doméstica	25
Tabla 1.3 Constitución de las aguas de desecho y su impacto en el ambiente marino.	26
Tabla 3.1 Pasos para una metodología sostenible de tratamiento de aguas residuales, en orden descendente de preferencia.	45
Tabla 3.2 Clasificación de procesos comunes y avanzados de tratamiento de aguas.	53
Tabla 3.3 Capacidad de remoción típicas de varios procesos de tratamiento, concentración de los efluentes o eficiencia de la remoción	54
Tabla 3.4 Estimación del tiempo requerido para alcanzar los estándares europeos de efluentes a niveles de inversión del 1.5 por ciento del producto interno bruto.	55
Tabla 4.1 Organización institucional para las diversas funciones en el control del agua contaminada en cuatro países.	63

Tabla 5.1	Distribución de responsabilidades clave bajo las principales opciones para la participación del sector privado.	80
Tabla 5.2	Requisitos previos para una participación privada exitosa.	85
Tabla 5.3	Tipos de contratos operativos en países de recursos bajos y medios.	86
Tabla 5.4	Principales contratistas internacionales relacionados con alianzas del sector público y el sector privado en proyectos de agua y sanitarios en países de ingresos bajos y medios.	86

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1	Tipos de beneficios económico: Un estudio de Caso de la Bahía de Izmir, Turquía.	3
Cuadro 2.1	Metodología de saneamiento estratégico	33
Cuadro 2.2	Resumen de una conferencia por correo electrónico sobre la metodología del saneamiento estratégico.	34
Cuadro 2.3	Características de manejo integral de una zona costera.	35
Cuadro 2.4	Ejemplos de instrumentos de administración.	40
Cuadro 3.1	Reducción de aguas residuales en Corea.	46
Cuadro 3.2	Ingeniería ecológica: acuicultura con base en aguas residuales.	50
Cuadro 3.3	Ingeniería ecológica: Tratamiento del aguas residuales basado en lentejas de agua y recuperación de recursos en Bangladesh.	51
Cuadro 4.1	Cambios institucionales en Inglaterra y Gales.	56
Cuadro 4.2	Regulación y tratamiento en los Estados Unidos de Norteamérica.	58
Cuadro 4.3	Integración a la planeación del uso del suelo.	61
Cuadro 4.4	La epidemia de la diarrea como un catalizador para mejorar el manejo de aguas residuales.	68
Cuadro 4.5	La preparación de un perfil ambiental como herramienta para la concientización del público.	69
Cuadro 4.6	Disposición para pagar por un lago Ohrid limpio en Macedonia.	70
Cuadro 4.7	La iniciativa de Colombia de cargos por contaminación del agua.	71
Cuadro 5.1	Compartir los costos del Proyecto Piloto Orangi en Karachi, Pakistán.	75
Cuadro 5.2	Bonos internacionales.	78
Cuadro 5.3	Concesión en Buenos Aires, Argentina.	82

AGRADECIMIENTOS

Este documento fue elaborado dentro del marco del Plan Estratégico de Acción sobre Aguas de Desecho Municipales del PAM, el cual tiene como objetivo dar apoyo a los esfuerzos de los Estados para dar respuesta a serios problemas de salud pública y a la degradación de ecosistemas costeros que resultan de la descarga, en áreas costeras, de aguas residuales municipales inadecuadamente tratadas. Lo hace a través de, entre otros, el desarrollo de Recomendaciones para la toma de decisiones y base de conocimientos asociada; llevando a cabo reuniones regionales -lo cual incluye reuniones de asociados y consultas globales. Estas Recomendaciones se basan en, entre otros materiales contenidos

en este reporte, *Strategy Options for Sewage Management to Protect the Marine Environment* (Opciones de estrategia de manejo del aguas residuales para proteger el ambiente marino), elaborado por:

Netherlands Economic Institute (NEI) (Leo Beumer y Esther Uytewaal);
International Water and Sanitation Centre (IRC) (Dick de Jong y Madeleen Wegelin); e
International Institute for Infrastructural Hydraulic and Environmental Engineering (IHE-Delft) (Guy Alaerts, Martin Bjijsma, Maarten Blokland, Richard Franceys, Huib Gijzen y Liliane Saade).

La Oficina de Coordinación del PAM/PNUMA agradece a los siguientes revisores del documento:

Mahmood Y. Abdulraheem, Habib N. El-Habr y Melanie Hutchinson (UNEP/Regional Office for West Asia, Bahrain); Ingvar Andersson (United Nations Development Programme/Sustainable Energy and Environment Division, Estados Unidos de Norteamérica); George V. Butcher (Trinidad y Tobago); Richar Carr (Organización Mundial de la Salud, Suiza); Francesco Civili (PNUMA, Mediterranean Action Plan, Grecia); Salif Diop (PNUMA, Kenia); Bob Dorr (Water Service Association, Australia); Barbara Evans (Banco Mundial/ Programa de Sanitización, India); Bernhard Griesinger (Organización de Estados Americanos, EE.UU.); Wim van der Hoek (International Water Management Institute, Sri Lanka); Tim Kasten (UNEP/Unidad de Coordinación Regional, Región del Gran Caribe, Jamaica); Hugh Kirkman (UNEP/Regional Coordination Unit East Asian Seas, Thailand), Tapani Kohonene (Finlandia); Tom Laughlin (United States National Oceanic and Atmospheric Administration, EE. UU.), Pascal Magorau (European Association, Reino Unido); Janusz Niemczynowicz (Universidad de Lund, Suecia), David Osborn (Environment Australia); Jonathan Parkinson (GHK Research and Training, Reino Unido); Rolph Payer (UNEP/Regional Coordination Unit Easter Africa, Seychelles); Ian Pterson (Sudáfrica); y Marc Richir (Comisión Europea, Dirección General, Ambiente, Bélgica).

Gran apoyo y ayuda han sido brindados por James Frankiewica (United States Agency for International Development); Jack Moss (Suez-Lyonnaise.des-Eaux); Deputy Minister Aca Sugandhy (Indonesia) y Lee Travers (Banco Mundial).

Este reporte fue editado por Susan M. Lee.

El desarrollo de estas Recomendaciones estuvo coordinado por Leo de Vrees de la Oficina de Coordinación del PAM/PNUMA.

INTRODUCCIÓN

La descarga de aguas residuales domésticas es considerada una de las más significativas amenazas a la salud humana y al desarrollo costero sostenible en todo el mundo. La prioridad que tiene la acción para dar respuesta a estas amenazas fue identificada por:

- El Plan de Acción Mundial (PAM) para la Protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra (Washington, D.C., 1995);
- Siete talleres regionales de expertos designados por los gobiernos, llevadas a cabo entre 1996 y 1998 bajo el marco del Programa Regional de los Mares del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en el cual participaron más de 60 países, la mayoría en vías de desarrollo.

Propósito

Las Recomendaciones para la Toma de Decisiones sobre Agua Residuales tienen como objetivo servir como una guía consensual acerca de sistemas de manejo de aguas residuales e inversiones asociadas, que sean apropiados y ambientalmente sanos. El documento tiene como objetivo fijar un estándar para iniciar, implementar y mantener exitosamente proyectos en el área de manejo de aguas residuales. Contiene principios clave e inventarios comentados de prácticas y procedimientos recomendados, incluyendo los necesarios para tomar decisiones relacionadas con inversiones y alianzas entre el sector público y el sector privado.

Grupos a los que está dirigido:

Las Recomendaciones están dirigidas a:

1. en los **niveles nacional y local**, especialmente en los países en desarrollo (tales como personal en los Ministerios de Salud y/o responsables del medio ambiente, concejales y directores de obras públicas en municipalidades costeras.
2. Organizaciones regionales, el sector privado, bancos de desarrollo, y organizaciones relacionadas que faciliten y participen financieramente en proyectos individuales;
3. Administradores públicos al nivel nacional que sean responsables de implementar el PAM. Ellos serán invitados a sumarse a las Recomendaciones en la Reunión Mundial de Evaluación del PAM 2001.

Aunque el documento está enfocado a los países de desarrollo, los asuntos mencionados en este reporte también son relevantes para los países desarrollados, y conforma una base para compartir lecciones y experiencias.

Agentes de cambio

Las Recomendaciones del PAM se centran en los siguientes elementos o agentes de cambio:

- Tendencias y políticas, los cuales incluyen enfoques de manejo orientados por la demanda, la oportunidad e integrados (capítulo 2);
- Opciones técnicas, lo cual incluye una serie de pasos para escoger la tecnología más apropiada, y considerar las aguas residuales como un recurso (capítulo 3);

- Organización institucional, lo cual incluye participación pública y nuevas alianzas con el sector privado y los usuarios del agua (capítulo 4);
- Opciones de financiamiento, lo cual incluye al capital privado y alianzas entre los sectores público y privado (capítulo 5).

Este documento se refiere a otras, más detalladas, fuentes de información. En particular, *Sanitation Connection*, el centro de información sobre aguas residuales (accesible via www.sanicom.net o www.gpa.unep.org), servirá como una herramienta para diseminar experiencias y las mejores prácticas.

Proceso

Esta versión de la guía conformará la base de discusiones a nivel regional con una amplia variedad de partes interesadas, entre quienes estarán expertos nacionales y locales, representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG), el sector privado, organizaciones profesionales, instituciones financieras internacionales y donadores potenciales, así como otras personas interesadas, en la primera mitad del año 2001. Anexos Regionales a las Recomendaciones serán desarrollados en la medida que se necesiten para reflejar los puntos de vista de las partes interesadas y la mezcla de tendencias y procedimientos que mejor respondan a las realidades de las regiones. Los resultados de las reuniones regionales serán presentados en la primera Revisión Intergubernamental del PAM en octubre o noviembre de 2001, en la cual las Recomendaciones se presentarán para ser suscritas políticamente.

ASUNTOS CENTRALES Y RECOMENDACIONES

Preámbulo

Hay varios requisitos previos para referirse al manejo de aguas residuales de manera que se aseguren la salud humana y de los ecosistemas, y para evitar la degradación de la calidad del agua y otros recursos costeros y marinos. Estos incluyen:

- Participación de las partes interesadas, lo cual fomentará la voluntad política para asignar una alta prioridad al manejo de aguas de desecho entre otras necesidades urgentes de inversión pública
- Accesibilidad financiera

Estas recomendaciones tienen como objetivo brindar una orientación sobre cómo lograr esta voluntad política y cómo incrementar la accesibilidad financiera al describir sistemas sostenibles de manejo de aguas residuales, incluyendo opciones técnicas menos costosas y maneras de allegarse apoyo.

Los principios clave para el manejo sostenible de las aguas residuales son conservar los recursos de agua al eliminar la contaminación en la fuente, usar eficientemente el agua y mantener su calidad, y responder efectivamente a las demandas de la sociedad.

ENFOQUE INTEGRADO

Asunto 1

Un acercamiento comprensivo e integrado al manejo de aguas residuales urbanas es necesario para mantener la integridad ambiental y las funciones económicas de los ecosistemas acuáticos, incluyendo el agua del subsuelo, ríos, lagos y áreas costeras.

Recomendaciones:

- 1.a Promover estudios para cuantificar el impacto socioeconómico de la contaminación ambiental en los casos de acción o inacción, y usar tal información para determinar las prioridades de programas de inversión y de limpieza (sección 1.4).
- 1.b Establecer prioridades entre las acciones para reducir al mínimo el daño ambiental actual y futuro con políticas, programas e inversiones seleccionados cuidadosamente; inversión gradual en infraestructura para manejo de desechos a la vez que se mantiene un horizonte a largo plazo para la planeación y la operación (sección 1.2).
- 1.c Imponer estándares de efluentes que sean factibles para las condiciones locales (sección 3.3)
- 1.d Integrar la planeación de las aguas residuales con la planeación de otros sectores, tales como abasto de agua, desechos sólidos y uso de suelo (sección 2.1.2).
- 1.e Usar una mezcla de opciones tecnológicas y enfoques administrativos, incluyendo las basadas en la comunidad, que sean apropiadas y óptimas para diferentes zonas de la ciudad (sección 2.2).

- 1.f Incorporar el manejo de aguas residuales a los enfoques para el manejo de las cuencas fluviales y las zonas costeras (sección 2.1.3).

PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS

Asunto 2

El manejo exitoso del manejo de aguas residuales requiere de un alto nivel de compromiso público.

Recomendaciones

- 2.a Invertir en crear y mantener la conciencia de los ciudadanos sobre su doble papel como contaminadores y como beneficiarios del manejo de aguas residuales (sección 4.4)
- 2.b Desarrollar el compromiso con un ambiente limpio y “solidaridad con la cuenca fluvial”, y demostrar que las situaciones donde “todos ganan” existen cuando todas las personas que contaminan cooperan en el manejo de aguas de desecho (sección 4.2).
- 2.c Regresar la toma de decisiones al nivel administrativo apropiado más bajo que sea posible, y asegurar que las comunidades locales reciban el poder financiero para participar en iniciativas locales y regionales para operar, manejar y mantener su parte de la infraestructura (sección 4.2).
- 2.c Asegurar que los ciudadanos reciban un adecuado servicio de manejo de aguas residuales relativo a su contribución financiera (sección 5.1).

Asunto 3

El manejo de aguas residuales es sobre todo un esfuerzo que involucra a muchos actores que deben estar dispuestos a cooperar y a contribuir al resultado general.

Recomendaciones

- 3.a Aplicar regulaciones tanto restrictivas como habilitadoras. Para hacer más atractivo y digerible este enfoque, añádanse incentivos positivos, tales como costos de permisos basados en la carga. (sección 4.1).
- 3.b Introducir instrumentos basados en el mercado, tales como permisos canjeables de efluentes, en conjunción con regulaciones administrativas para dar a los contaminantes más flexibilidad para invertir en y operar el manejo de aguas residuales (sección 4.2; 5.2).
- 3.c Desarrollar mecanismos que permita a la sociedad civil y a su representantes (tales como las asociaciones de consumidores) pedir cuentas a las entidades contaminantes, ya sea que sean de propiedad u operación privada o pública (sección 4.2).
- 3.d Asegurar que la inversión y los mecanismos e instrumentos operativos aseguren la distribución equitativa de los costos y los beneficios entre todas las partes interesadas. (sección 4.2)

FINANCIAMIENTO

Asunto 4

El sostenimiento financiero del sistema manejo de aguas de desecho debe asegurarse.

Recomendaciones

- 4.a Esforzarse por aplicar los principios de “el usuario del agua paga” y “el contaminador paga” en los sistemas de manejo de aguas residuales (sección 5.3).
- 4.b Diseñar el sistema financiero para balancear la calidad del servicio, los costos de inversión, y las tarifas que los hogares están dispuestos y habilitados para pagar. (enfoque orientado por la demanda) (sección 2.1.3).
- 4.c Involucrar a los interesados que han de beneficiarse con el mejoramiento de la calidad del agua, incluyendo a aquellos que se benefician por el incremento del valor de los bienes inmuebles, y asegurar que contribuyan financieramente. (enfoque orientado por la oportunidad) (sección 2.1.3).
- 4.d Usar cargos o tarifas por contaminar para establecer fondos para el co-financiamiento de las instalaciones de tratamiento de aguas de desecho, en vez de considerar estos ingresos como impuestos que entran al presupuesto nacional. (sección 5.2)
- 4.e Establecer sistemas para asegurar que los ingresos de la recaudación fiscal sean apropiados por el prestador de servicios adecuado (sección 5.2).
- 4.f Examinar el potencial para usar subsidios cruzados (sección 5.4).

ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL

Asunto 5

El gobierno central de un país puede tener un papel significativo al facilitar e iniciar un manejo de aguas residuales apropiado.

Recomendaciones

- 5.a Desarrollar sistemas para asegurar el gobierno bueno y sostenible, y proteger el funcionamiento de inversiones y operaciones, ya sean ejecutadas por el sector público o por el privado (sección 4.2).
- 5.b Reconocer la responsabilidad y la autoridad del gobierno central para preparar al ambiente institucional para animar a los gobiernos locales, al sector privado, a agencias regionales y de cuencas fluviales, así como a otros socios a iniciar e implementar programas.

Esto puede incluir:

- Desarrollar y mantener políticas y estrategias nacionales en cooperación con los gobiernos locales y otras partes interesadas.
 - Poniendo en marcha instrumentos legales y reguladores
 - Alentando el desarrollo de organizaciones apropiadas que complementen las iniciativas de gobiernos locales (sección 4.2).
- 5.c Considerar los esquemas de co-financiamiento e infraestructura que sean altamente costo-efectivas y que puedan tener una alta prioridad según sea el contexto (sección 4.2).
- 5.d Hacer que los gobiernos locales y las agencias ambientales rindan cuentas a los gobiernos locales al implementar, operar y mantener proyectos sostenibles de manejo de aguas de desecho (sección 4.2).
- 5.e Establecer criterios para que los gobiernos centrales puedan evaluar la manera como los gobiernos locales y las agencias ambientales reducen la contaminación (sección 4.2).

Asunto 6

En muchos países, se requiere la reestructuración y el fortalecimiento de las instituciones para asegurar el buen funcionamiento del sistema de manejo de las aguas de desecho.

Recomendaciones:

- 6.a Desarrollar una estrategia a largo plazo para la reforma institucional y para aumentar la capacidad de las estructuras existentes, los marcos legales y reguladores, y las organizaciones dentro y fuera de los gobiernos, cuando sean débiles o inadecuadas (sección 4.3).
- 6.b Reconocer que las capacidades débiles pertenecen a las capacidades de individuos (tales como ingenieros de tratamiento de agua residuales) y a las capacidades encarnadas en procedimientos administrativos, regulaciones, reglas administrativas e incentivos salariales y profesionales. (sección 4.3)
- 6.c Hacer uso de, o desarrollar, redes multi-disciplinarias de expertos del sector del mundo académico, del gobierno, de la industria, y de la sociedad civil (sección 4.3).
- 6.d Asegurar que esas redes y sistemas de intercambio de información, tales como los centros de información en la red informática, ayuden a identificar o expresar los problemas que han de solucionarse y aprovechar las experiencias de otros países de la región y mundiales. (sección 4.3).

Asunto 7

Las alianzas entre el sector público y el sector privado son opciones importantes y herramientas útiles para ayudar a los gobiernos locales a financiar y a operar la infraestructura para el manejo de aguas residuales.

Recomendaciones

- 7.a Revisar los marcos reguladores y legales que podrían estar impidiendo las alianzas público-privadas: los marcos adecuados pueden ayudar a que los sectores público y privado investiguen acerca de oportunidades de establecer tales alianzas. (sección 5.5).
- 7.b Diseñar cuidadosamente los requisitos y las opciones para tales regulaciones, las cuales deben ser compatibles con la situación económica, social y política del país y deben ser disuasivas de conductas monopólicas (sección 5.5).
- 7.c Estructurar el contrato y su realización para maximizar la efectividad a largo plazo de las alianzas de colaboración entre la autoridad que contrata y el operador, dejando espacios y sistemas para el diálogo (sección 5.4 – 5.5).
- 7.d Realizar de manera experimental iniciativas de alianzas público-privadas, y aprender de las experiencias. (sección 5.5).
- 7.e Evaluar de manera justa y objetiva el desarrollo de tales alianzas contra patrones internacionales y sondeos del grado de satisfacción del consumidor, independientemente de que el servicio sea administrado por una empresa privada o una entidad pública (secciones 2.2 y 4.2).

TECNOLOGÍA

Asunto 8

El alto costo del manejo de aguas de desecho amerita una cuidadosa búsqueda de tecnologías y metodologías de bajo costo, y por ende más sostenibles.

Recomendaciones

- 8.a Introducir estrategias apropiadas e incentivos dirigidos a la prevención y reducción al mínimo del desperdicio, conservación del agua y su uso eficiente (sección 3.1)
- 8.b Aplicar tecnologías de mayor eficiencia en cuanto al costo como son las lagunas, los sistemas naturales, el tratamiento anaeróbico y los esquemas de reciclado (sección 3.1).
- 8.c Adaptar las políticas de uso de suelo y las regulaciones financieras y de diversa índole para promover la segregación de efluentes industriales que sean inapropiadas para el tratamiento de aguas residuales municipales, reubicando las industrias, reciclando los flujos de desechos y usando las mejores tecnologías existentes (sección 2.2)
- 8.d Promover el intercambio de experiencia con la realización y operación de diferentes tecnologías (sección 3.1).

GLOSARIO DE TÉRMINOS EMPLEADOS

Aguas pluviales

Escurrecimiento causado por la lluvia

Aguas residuales domésticas

Todas la descarga de los hogares, lo cual incluye la descarga resultante de jalar el excusado (aguas negras), así como de las regaderas, lavabos, cocinas y lavanderías (aguas grises).

Aguas residuales municipales

Una mezcla de aguas residuales domésticas, efluentes de establecimientos comerciales e industriales, y escurrecimiento urbano.

Alcantarilla

Un conducto, generalmente un tubo, usado para acarrear las aguas residuales de más de un predio.

Alcantarillado

Un sistema de alcantarillas interconectadas.

Cominución

Una parte del proceso de tratamiento de aguas de desecho. Los cominadores pueden usarse como un sistema alternativo a las rejillas o a los tamices gruesos para moler los sólidos burdos sin quitarlos del flujo de las aguas de desecho.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Una medida de la fuerza contaminadora orgánica del aguas residuales contabilizada en miligramos por litro. Esta es igual a la masa de oxígeno consumida por la materia orgánica durante la descomposición aeróbica bajo condiciones estándar durante un periodo fijo (generalmente cinco días).

Desecho sólido

Basura y otros desechos de las calles. Pueden irse al alcantarillado o sistema de colección con una tormenta, y puede causar el bloqueo del sistema.

Sistema de colección

Aguas de desecho de una comunidad, lo que incluye excreta que es, o ha sido, llevado en el canal de desagüe.

Excreta

Heces fecales y orina.

Letrina

Una instalación usada para la defecar y orinar.

Letrina de Pozo

Una letrina con un hoyo para la acumulación y la descomposición de excreta y del cual líquidos se infiltran a la tierra que lo rodea.

Letrina pour flush (de vertimiento y evacuación de agua)

Una letrina que depende de pequeñas cantidades de agua, vertidas de un contenedor a mano, para quitar las heces del punto de defecación. El término normalmente se usa para una letrina con sello de agua.

Letrina seca

El término se usa para describir tanto:

- a) Sistemas rudimentarios en los cuales las heces se excretan sobre una tabla o en un contenedor improvisado del cual se quitan manualmente, como
- b) Letrinas en las cuales el agua y la orina se excluyen para aumentar la razón a la cual la excreta se descompone.

Letrina de pozo ventilada

Una letrina de pozo con un ducto de ventilación oculto y un interior oscuro en la superestructura

Lodos o bio-sólidos

Residuos tras el tratamiento de las aguas residuales. Pueden ser usados, después de un tratamiento adecuado, para arreglar el suelo o como fertilizante, a menos de que contenga sustancias tóxicas, tales como metales pesados o contaminantes orgánicos persistentes (COP).

Manejo de aguas residuales

Todos los aspectos institucionales, financieros, técnico, legislativos, participativos y administrativos relacionados con el problema de las aguas residuales.

Patógenos

Micro-organismos tales como bacterias, virus, y los protozoarios que causan enfermedades.

Saneamiento

Un sistema para promover condiciones sanitarias (saludables).

Sanitarios in situ

Un sistema de sanitarios que está contenido dentro del predio del propietario, el hogar y su entorno inmediato.

Servicios in situ

Servicios sanitarios que están ubicados en el predio del propietario. Puede ser un sistema en el predio mismo o consistir en elementos en el predio que son parte de un sistema más extenso.

Soakaway

Un agujero de remojo o una trinchera de drenaje para el colado al subsuelo del desecho líquido

Soakpit

Un agujero cavado en el suelo par servir como soakaway.

Tanque séptico

Un tanque o contenedor, normalmente con una entrada y una salida, que retiene el drenaje y reduce su fuerza por sedimentación y digestión anaeróbica de la excreta.

Tratamiento aeróbico

El tratamiento del aguas residuales que se basa en bacterias aeróbicas.

Tratamiento anaeróbico

Un tratamiento del aguas residuales que se basa en los procesos de digestión anaeróbicos

Water closet

Una charola, con sello de agua, en la cual la excreta se deposita antes de ser llevadas por el agua.

Abreviaturas

BEDR	Banco Europeo para el Desarrollo Regional
CCPO	Contrato para construir-poseer-operar
CDCO	Contrato para diseñar-construir-operar
CDS	Comisión para el Desarrollo Sostenible
CNUAH	Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (Habitat)
COP	Contaminador orgánico persistente
CPT	Contrato para poseer-transferir
CROT	Contrato para rehabilitar-operar-transferir
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
GESAMP	Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino
IGSA	Iniciativa Global para el Saneamiento Ambiental frente a las Actividades realizadas en tierra
IFI	Institución financiera institucional
IHE-Delft	Instituto Internacional para la Ingeniería de Infraestructura, Hidráulica y Ambiental
MIZC	Manejo integrado de zonas costeras
MPF	Centro de financiamiento para múltiples proyectos
OCDE	Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo
OMM	Organización Meteorológica Mundial (OMM)
ONG	Organismo no gubernamental
PAM	Programa de Acción Mundial para la Protección del medio marino
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UE	Unión Europea
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
WCC	Conferencia Mundial de las Costas
WSSCC	Consejo colaborativo para el Abasto de Agua y el Saneamiento

CAPÍTULO 1. EL MANEJO DE AGUAS MUNICIPALES RESIDUALES: UN DESAFÍO CRECIENTE

1.1. Las aguas residuales en nuestro ambiente

El gradual pero irrevocable deterioro de las aguas de las costas en todo el mundo nos llama a responder al reto de manejar la contaminación del agua. Ya no es suficiente simplemente evacuar el agua de desecho de nuestras ciudades; el manejo efectivo de las aguas residuales se ha vuelto un imperativo. Será una tarea compleja y costosa, pero si no comenzamos a manejar nuestras aguas residuales adecuadamente, de una manera integral, y ambientalmente sostenible, vamos a perder nuestro hábitat y ambiente habitable en el futuro.

Durante mucho tiempo, las bajas densidades de la población y la economía rural prevaleciente mantenía localizada la contaminación, y evitaba que se desparramara a otros ambientes. Con niveles de consumo modesto y sin aguas residuales para concentrar las aguas de desecho y llevárselas, los ríos y las zonas costeras se mantenían relativamente libres de contaminación causada por los seres humanos. Además, la capacidad de absorción del ambiente natural era adecuada para recibir esas cargas contaminante modestas.

Sin embargo, la urbanización está cambiando el rostro del mundo de manera dramática. La ciudad industrial con sus fábricas es el motor del desarrollo económico. Sin embargo, también requiere muchos más recursos y ocupa el espacio, forzando que las aguas residuales se descarguen en la “naturaleza” que está más allá de sus límites. La urbanización y el desarrollo económico son y seguirán siendo poderosos motores de la contaminación. Entre 1970 y 2000, en sólo 30 años, la población mundial se duplicó de 3 a 6 mil millones de personas. En este mismo periodo, el nivel de urbanización en los países en desarrollo se duplicó de menos de 25 por ciento de la población a 50 por ciento, mientras que el valor de sus economías combinadas se decuplicó, de US\$0.4 trillones a 4 trillones (World Resources 1998; World Bank 1992). Más aún, la mayor parte de los mayores centros urbanos están localizados en zonas costeras. La carga de contaminación descargada en el ambiente ha crecido concomitantemente, y en muchos lugares, la naturaleza ya no puede resistir estas presiones; la base misma de varias actividades económicas está amenazada. Con el crecimiento fuerte y sostenido de la población y la economía, es probable que seamos testigos de un daño grave aún mayor en las próximas décadas.

El impacto de las aguas residuales es visible en tres diferentes niveles, como sigue. Cada nivel requiere de elecciones de políticas y conceptuales distintas, pero están íntimamente relacionados:

- El ambiente inmediato. Las aguas residuales domésticas se generan en un vecindario de casas, tiendas, pequeñas fábricas y demás. Si no se drenan, representan un serio riesgo a la salud pública para los residentes. En la mayor parte de las poblaciones en el mundo en desarrollo, la falta de servicios sanitarios es una preocupación grande y creciente, particularmente en las grandes zonas peri-urbanas (zonas marginales, usualmente

ubicadas en la periferia de una ciudad) donde se ubican familias de bajos recursos y actividades industriales pequeñas y medianas. Para proteger al vecindario, los recursos financieros se deben dedicar a los servicios sanitarios para dirigir sus aguas residuales ya sea a la tierra y a las aguas someras por medio de sistemas de desecho domésticos, como los tanques sépticos o letrinas (estrategia *in situ*) o a los ríos vecinos mediante alcantarillados y servicios de tratamiento (estrategia fuera del sitio). La primera estrategia tiende a ser menos costosa; y a menudo es más factible socialmente en las regiones más pobres porque permite tratar aspectos de la comunidad y de género con mayor efectividad.

- Ríos y lagos cerca de la ciudad. Las ciudades, si pueden pagarlo, invierten en llevar los aguas residuales a los ríos y lagos. Estos se emplean para diluir los desechos y llevarlos más lejos –fuera de la vista y del perímetro de la responsabilidad formal de la ciudad. Esto degrada la calidad del agua de los ríos y puede dañar seriamente a otros usuarios de agua y a la ecología río abajo. La estrategia alternativa y de bajo costo de servicios sanitarios *in situ* da alguna protección a los ríos; sin embargo, esto puede contaminar las aguas del suelo someras, a menudo usadas como un recurso de agua potable, particularmente con microbios patógenos y nitratos.
- El ambiente marino. El ambiente costero y marino es el receptor final de todo el desecho generado en las cuencas costeras. A menudo se asumía que los mares podían diluir fácilmente las aguas residuales. Sin embargo, sólo las sustancias orgánicas, que consumen oxígeno, pueden beneficiarse en cierta medida de tal proceso. La mayor parte de los otros contaminantes, tales como los patógenos, nutrientes y materiales tóxicos permanecen en las cadenas alimenticias locales y también mundiales, y pueden afectar la salud humana, afectar ecosistemas, y dañar la economía y la naturaleza.

La contaminación costera y marina se ha vuelto un fenómeno mundial y ha detonado la acción internacional. En 1995, El Programa de Acción Mundial para la Protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra fue adoptado por 108 países y la Comisión Europea. El PAM reconoce que los efectos ambientales asociados con las aguas residuales domésticas son generalmente locales, aunque con implicaciones trans-fronterizas en ciertas áreas geográficas. El PAM anota que problemas significativos relacionados con las aguas residuales son comunes en las áreas costeras alrededor del mundo. Así, las descargas de aguas residuales urbanas han de ser consideradas en todo el mundo una de las más significantes amenazas al desarrollo costero sostenido. (PAM 1995).

En todo el mundo, la mayor parte de quienes toman decisiones, industriales, y ciudadanos ordinarios están conscientes de la importancia de la contaminación, y la mayor parte de los países industrializados ha hecho progresos sustanciales en el control de la contaminación por aguas residuales. Sin embargo, especialmente en los países en desarrollo, a menudo se posponen las decisiones difíciles. Par dar respuesta a la contaminación se requieren inversiones sustantivas y la cooperación intensa, a largo plazo, de muchas partes interesadas. Comparado con la tarea que se presenta, muy poco se hace a la fecha; los gobiernos, el sector privado y los hogares prefieren gastar su dinero en otros bienes. En los países en desarrollo, por ejemplo, típicamente beber agua es una prioridad mucho más alta que el manejo de aguas de desecho. No es de sorprender que aun después de la Década Internacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento (1981-1990), cerca de 3 mil millones de personas, la mayor parte de ellas en países en vías de desarrollo, todavía

carezcan de un acceso adecuado al saneamiento –y ni qué decir que sus aguas residuales no son tratadas de manera sostenible (véase figura 1.1).

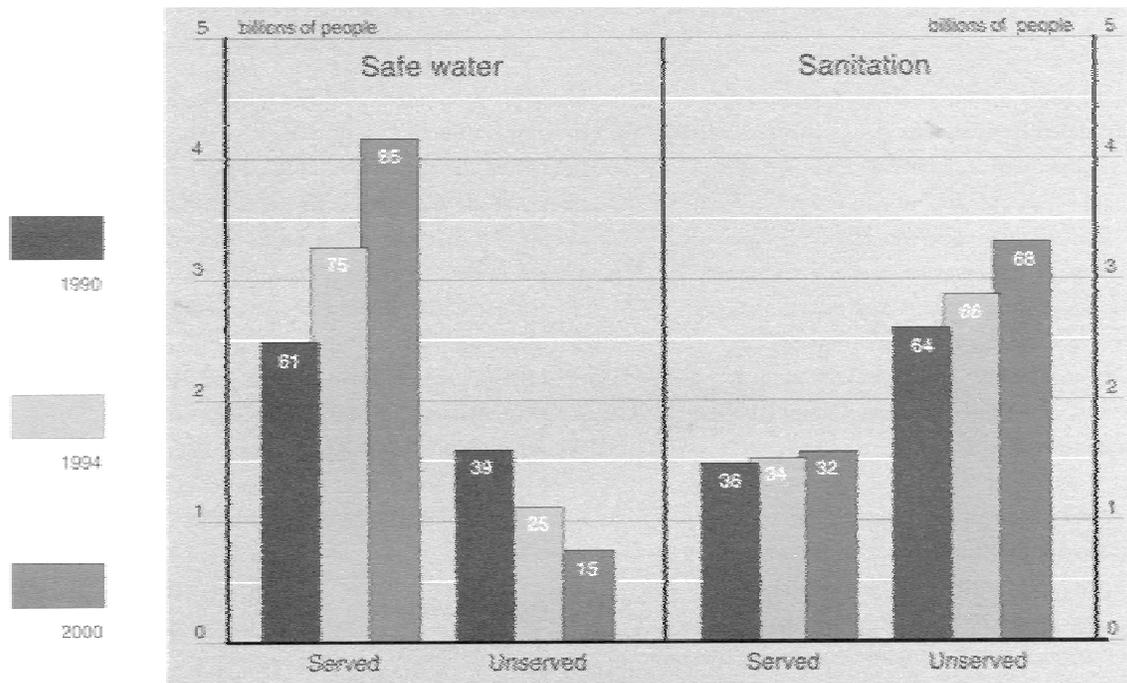


Figura 1.1 Acceso a servicios de agua segura y servicios sanitarios en los países en desarrollo; porcentaje de la población atendida y sin atender (Naciones Unidas, 1997)¹.

La conciencia que lentamente se desarrolla, la complejidad técnica, y el alto costo del manejo de aguas residuales son las principales razones por las cuales tomó varias décadas para que los países ricos e industrializados emprendieran acciones efectivas. Los países en desarrollo enfrentan una carga más pesada porque tienen menos recursos e instituciones más débiles. Así, este documento tiene como objetivo dar apoyo a los países en desarrollo al proporcionar recomendaciones sobre enfoques, tecnologías, organización institucional y opciones financieras para el manejo de las aguas residuales. Estas recomendaciones se basan en experiencias e investigaciones de todo el mundo.

1.2 Principales restricciones al dar respuesta a las aguas residuales

1.2.1 Ojos que no ven, ¿corazón que no siente?

Cuando el agua residual no es tratada adecuadamente en un vecindario pobre de una ciudad, las consecuencias son rápidamente sentidas localmente. La falta de saneamiento adecuado causa enfermedades infecciosas y lleva a la contaminación del agua para el abasto, a inundaciones, y condiciones poco deseables. Los habitantes locales sufren. Consecuentemente, a menudo están dispuestos a colaborar en acciones para mejorar las condiciones de su barrio, siempre y cuando tengan certeza sobre la tenencia de la tierra y de que el gobierno facilitará sus esfuerzos. En los países en desarrollo, limpiar un hábitat local es típicamente una alta prioridad en las áreas congestionadas y urbanizadas.

Desafortunadamente, en la mayor parte de otras situaciones de contaminación del agua, la gente típicamente no es consciente de que la cooperación es necesaria. En cuanto los residentes de un barrio tienen aguas residuales o alcantarillas instaladas, su desecho local se lleva a otros vecindarios o al río, convirtiéndose así en el problema de alguien más. Esto impone costos en los usuarios de agua río abajo en vez de a los contaminadores mismos; este desequilibrio se llama *externalidad*. Los contaminadores usualmente son renuentes a remediar la situación, en parte porque no “ven” el problema. Par complicar más las cosas, las industrias contaminantes y las ciudades pueden estar a cientos de kilómetros río arriba de la localidad donde ocurre el daño por contaminación, y los efectos de la contaminación pueden tomar años o décadas para hacerse evidentes. Dado que la relación causa-efecto es tan compleja, muchos contaminadores evitan hacerse responsables.

Claramente, la naturaleza de la contaminación del agua impide una comprensión adecuada de las consecuencias de la descarga de desechos y presenta un obstáculo claro a la cooperación y a la “solidaridad ribereña” entre los usuarios del agua. Así, datos confiables, comunicación y educación son necesarios para superar estas restricciones. De manera similar, se requieren la organización y los procedimientos institucionales apropiados para plantear el problema, estimular el diálogo entre las diferentes partes interesadas, resolver los conflictos y alcanzar acuerdos sobre acciones conjuntas. El Capítulo 4 discute esta organización institucional, la manera de hacer conciencia y la participación pública.

1.2.2 Los altos costos demandan prioridades más claras

La segunda restricción clave al dar respuesta a la contaminación del agua es el costo que implica. La Tabla 1.1 demuestra que aún en países en los cuales la mano de obra y los materiales no son costosos, el costo de dar respuesta a la contaminación del agua es alto y puede ser prohibitivo. El estado no tiene los recursos suficientes mientras que los miembros del hogar, quienes deberían responsabilizarse de parte de la carga, son demasiado pobres, o no quieren participar. Aunque opciones simples *in situ* son menos costosas que las alternativas más avanzadas, su aplicación está a menudo limitada por condiciones locales que demandan aguas residuales y tratamiento fuera del sitio.

La recolección y tratamiento de aguas residuales tienden a ser dos o tres veces más costosas que el costo de extraer, tratar y distribuir agua potable. Además, los costos de operar y mantener un sistema de recolección y tratamiento son a menudo más altos que la depreciación anual de la inversión de capital en la infraestructura. Las plantas de tratamiento consumen mucha energía, generan grandes cantidades de lodos en exceso que debe ser desechados o usados, y requieren equipo relativamente sofisticado que demanda operadores e ingenieros bien capacitados. En los Países Bajos, en Alemania y otros países europeos, las agencias de agua hoy en día gastan más dinero para tratar aguas residuales que en ninguna otra actividad relacionada con el agua, tales como son la protección contra inundaciones, el bombeo, y desazolve combinados. – y la mayor parte de este gasto está dedicado a la operación y el manejo de las plantas de tratamiento. Más aún, sólo unos cuantos países en el mundo logran recuperar todos sus costos directamente de sus clientes por la vía de cargos al usuario.

Tabla 1.1 RANGO DE COSTO PER CAPITA PARA OPCIONES *IN SITU* Y CON SISTEMA DE COLECCIÓN (CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL) (KALVERMATTEN ET AL., 1982; ALAERTS ET AL., 1990).

Economía	Opción	Costo de Capital (USD per cápita)	Costo total (Capital + Operación y Mantenimiento) (USD per cápita por año)
Economías de ingresos bajos	Saneamiento <i>in situ</i>	10-100	3-10
	Planta de tratamiento ¹		
	Colección +tratamiento ¹	20-80 200-400	5-15 10-40
Países de ingresos medios y en transición	Planta de tratamiento	60-80 ¹ 30-50 ²	- -
	Colección +tratamiento	300-500 ²	30-60 ³
Países industrializados	Planta de tratamiento	150-300 ¹ 100-200 ²	- -
	Colección +tratamiento	-	100-150 ³

¹ Para tratamiento primario más tratamiento secundario, incluyendo compra de terrenos y tratamiento simple de los lodos, para una capacidad de 30,000-40,000 personas. Los valores más bajos pertenecen a las opciones de bajo costo, tales como los estanques de estabilización de los desechos; los valores más altos pertenecen al tratamiento mecanizado, tal como los diques de oxidación y las plantas para los lodos activados.

² Para una capacidad de la planta de 100,000 –250,000 personas.

³ Para países industrializados, esto incluye el tratamiento terciario y el tratamiento completo de los lodos; para otros países, esto incluye el tratamiento básico secundario.

Muchos países no pueden solventar las tecnologías usadas en los países industrializados para alcanzar los estándares europeos de efluentes. La Tabla 3.4 en el Capítulo 3 ofrece estimaciones para una serie de países de ingresos bajos a medios por el tiempo requerido para alcanzar tales estándares, asumiendo que 1.5 por ciento del producto interno bruto puede ser invertido en colecciones y plantas de tratamiento. La tabla muestra que este periodo excede en mucho el tiempo de vida económico de una planta de tratamiento (20 – 30 años) y que en muchos casos hasta el de sistema de colecciones (50-60 años).

Así, ¿significa esto no se puede hacer ningún progreso en los países en vías de desarrollo? El cuadro es menos dramático de lo que los datos promedio sugieren, pero exige una estrategia imparcial y establecer prioridades:

- Primero, la riqueza en las regiones urbanizadas es mucho más alta que el promedio, especialmente en ciudades grandes. Por ello, los gobiernos locales no tienen los recursos necesarios para dar respuesta a la contaminación.
- Segundo, las estrategias mixtas que aplican saneamiento de bajo costo e *in situ*, reducción al mínimo del desperdicio y algo de aguas residuales convencional, pueden

reducir significativamente los costos comparadas con las tecnologías convencionales que requieren alta inversión.

- Tercero, se puede lograr importantes eficiencias y reducir costos al integrar la planeación relativa a las aguas residuales con la de otros sectores, tomando un enfoque de planeación a más largo plazo, invirtiendo paso a paso, y asegurando un mayor apoyo de los ciudadanos.

Así, un amplio espectro existe para los programas específicos y efectivos de manejo de aguas residuales, desarrollados a lo largo de periodos de una o más décadas.

1.3 Origen y tipo de la contaminación del agua

Las aguas residuales municipales consisten en una mezcla de aguas de desecho domésticas, efluentes de establecimientos comerciales e industriales, y escurrimiento urbano (figura 1.2). La composición de las aguas residuales domésticas depende de los niveles específicos de consumo de agua, los cuales pueden variar de 40 a más de 300 litros per cápita por día. Esto explica el amplio rango de concentración de los principales constituyentes de las aguas residuales que se ve en la tabla 1.2. La composición tiene influencia además de las descargas efluentes de la industria y de la filtración o infiltración del agua subterránea al sistema de drenaje. Las aguas residuales domésticas se producen principalmente en las áreas que tienen (múltiples) tomas de agua y que están conectadas a la infraestructura del sistema de colección. En áreas donde se usan las bombas manuales o las tomas públicas para el suministro de agua, el consumo de agua es relativamente bajo y en general no se cuenta con infraestructura de sistema de colección.

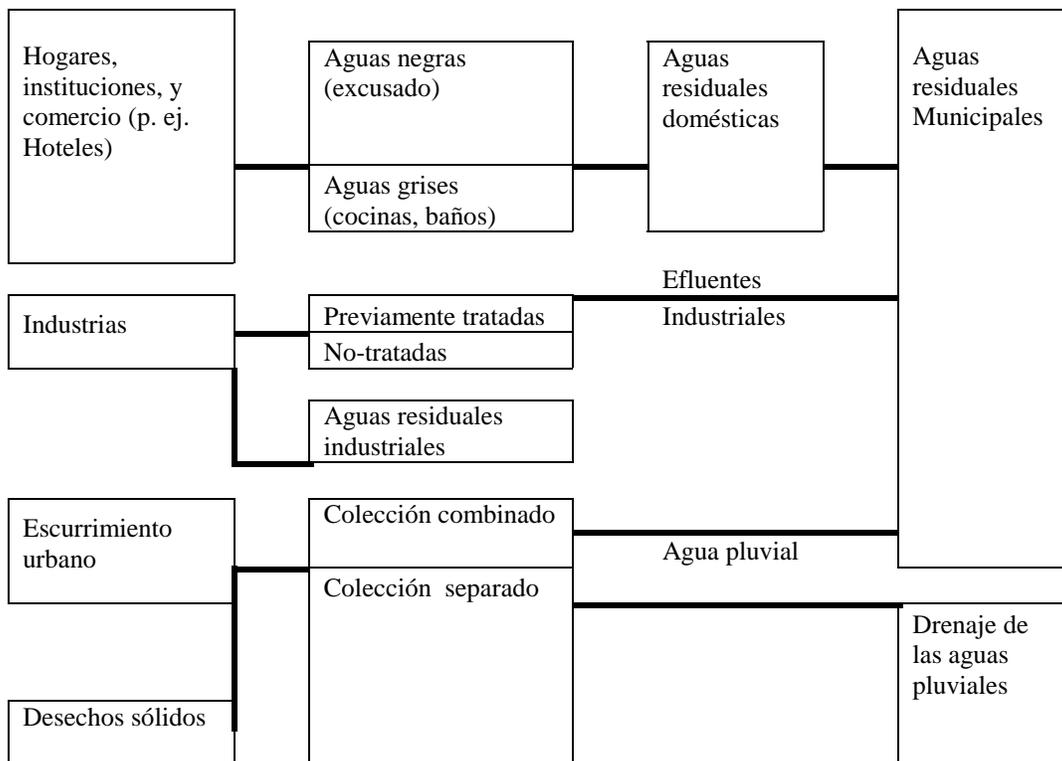


Figura 1.2 COMPONENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

La composición de las aguas residuales industriales depende en gran medida del tipo de industria, y de si se toman medidas de control de la contaminación. La demanda de agua industrial y la producción de aguas residuales son específicas de cada sector; por ejemplo, algunas industrias pueden requerir grandes volúmenes de agua para enfriamiento, procesamiento, limpieza, transporte de los productos, y para llevarse con agua el desperdicio. Tanto el flujo como las fluctuaciones en la carga contaminante de aguas residuales industriales descargadas en un sistema de colección municipal potencialmente tienen efectos que van en detrimento del funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 1.2 Variación en la composición de aguas residuales domésticas (Veenstra et al. 1997)

Parámetro	Producción específica	Concentración (basado en 60 y 250 litros de consumo de agua per cápita por día)
Total de sólidos disueltos (TSD)	100-150 g	400-2,500mg/l
Total de sólidos suspendidos (TSS)	40-80 g	160-1,350 mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	30-60 g	120-1,00mg/l
Demanda química de oxígeno (DQO)	70-150g	280-2,500 mg/l
Nitrógeno (Kj-N)	8-12 g	300-200 mg/l
Total de fósforo (P)	1-3 g	4-50 mg/l
Coliformes fecales	10^8 - 10^9	10^4 - 10^6 /100ml

La contaminación surgida del aguas residuales municipal tiene muchos rostros. Una parte de cualquier estrategia exitosa reside en el análisis apropiado del impacto, los costos y los beneficios de la contaminación y de las variadas medidas mitigantes. Un análisis sólido ayuda a establecer las prioridades con respecto al tipo de acciones requeridas y a su realización en un esquema de tiempo largo de, por ejemplo, 10 a 20 años.

La tabla 1.3 resume los impactos de la contaminación en el ambiente marino.

Tabla 1.3 CONSTITUYENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE MARINO (Windom 1992)

Tipo de Constituyente	Impacto
Sólidos	Los niveles altos de sólidos suspendidos pueden causar excesiva turbiedad y ensombrecimiento de los pastos del mar, y tornarse en sedimentación, lo cual es potencialmente dañino para los hábitats bentónicos y pueden causar condiciones anaeróbicas en el fondo del mar. Las partículas finas pueden estar asociadas con orgánicos tóxicos, metales y patógenos que se adhieren a estos sólidos.
Materia orgánica	La degradación biológica de la materia orgánica requiere oxígeno que puede agotar el oxígeno disuelto disponible. La fuerza de las aguas residuales comúnmente se expresa en términos del parámetro de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Niveles altos de DBO en las aguas naturales pueden causar hipoxia y anoxia, especialmente en los sistemas acuáticos pocos profundos y encerrados, lo que conduce a fallecimiento de peces y a condiciones anaeróbicas. Las condiciones anaeróbicas subsecuentemente tienen como consecuencia que surjan malos olores por la formación de sulfito de hidrógeno.
Nutrientes	Los nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo, incrementan las tasas de producción primaria (de oxígeno y de biomasa de algas); niveles adversos causan el florecimiento de algas molestas (incluyendo algas tóxicas), la mortalidad de corales y pastos de mar, y eutrofización que puede acarrear hipoxia y anoxia, sofocando a los recursos vivos (peces). La muerte masiva de materia de algas puede convertirse en materia orgánica adicional.
Patógenos (elementos)	Los (elementos) patógenos pueden causar enfermedades humanas y posibles muertes. La exposición a elementos patógenos vía el contacto con agua contaminada o el consumo de crustáceos contaminados puede conducir a infecciones y enfermedades.
Químicos orgánicos tóxicos (Contaminantes orgánicos persistentes, o COP)	Se sospecha de muchos materiales tóxicos que son carcinógenos y mutágenos. Estos materiales pueden concentrarse en los crustáceos y en los tejidos de los peces, poniendo a los seres humanos en riesgo por su consumo. La bioacumulación afecta a los peces y a la vida silvestre en los niveles superiores de la cadena alimenticia.
Metales	Los metales en formas específicas pueden ser tóxicos para varios organismos marinos y para los humanos; los crustáceos son especialmente vulnerables en áreas con sedimento altamente contaminado.
Lípidos, aceite y grasa	Los lípidos, el aceite y la grasa flotan en la superficie del agua marina, interfieren con la ventilación natural, son posiblemente tóxicos para la vida acuática, destruyen la vegetación de la costa, reducen el uso recreativo del agua y de las playas, y amenazan la fauna acuática.

1.4 El costo de la inacción

El costo de parar la contaminación del agua puede parecer prohibitivo, y las restricciones para dar inicio a la acción pueden ser numerosas, pero permitir que la contaminación continúe causa daños y cuesta dinero. El daño puede a veces ser difícil de medir, pero un cuerpo creciente de evidencias demuestra que la contaminación está asociada a costos grandes y directos a la economía existente y aún con aun mayores costos de oportunidad (perdidas). La acción preventiva temprana a menudo puede generar beneficios sustanciales al reducir gastos futuros para mitigar los efectos de la contaminación. Poca gente y quienes toman decisiones están conscientes que estos daños son de hecho más costosos de lo que uno podía esperar intuitivamente.

Probablemente el caso mejor conocido sea el de la epidemia de cólera en Perú en 1992. El cólera cundió por el escaso saneamiento y la inadecuada desinfección del agua para beber. Esto causó la caída del ingreso de Perú derivado de exportaciones de pescado y de turismo, las cuales habían dado cuenta del 34 por ciento del producto interno bruto antes de la epidemia. La pérdida de ingresos y los costos de salud adicionales se calcularon en alrededor de \$1 billón de USD, lo cual equivalía a 10 veces el costo anual en abasto de agua y saneamiento en el presupuesto nacional normal. De modo similar, Shanghai experimentó brotes de hepatitis endémica por la contaminación de agua y mariscos. Más aún, la mayor parte de la incidencia en el norte de Europa de *shigellosis*, hepatitis y otras enfermedades relacionadas con el agua, pueden rastrearse a contactos de los turistas con aguas de recreo y de beber en la costa mediterránea.

El daño en general puede expresarse en términos monetarios, lo cual permite una comparación con el costo de prevenir o reparar el daño y un análisis de costo-beneficio. Varios valores aún no pueden ser apropiadamente expresados en términos monetarios, tales como la pérdida de biodiversidad u otros bienes ambientales, o las funciones sociales del agua. Una lista parcial de los tipos de daño causado por la contaminación por aguas residuales incluye:

- Daño directo a la salud. Esto toma la forma de incrementos en las enfermedades o en la mortalidad debido a la ingestión de, o contacto de la piel con, agua contaminada, lo cual aumenta el costo de los gastos en salud. En particular, esto se refiere al efecto de bacterias patógenas, virus y algas tóxicas, las cuales causan intoxicación diarreica y envenenamiento paralizante por ingestión de crustáceos. El cálculo de los daños usualmente incluye costos directos, tales como los gastos por tratamiento e ingresos perdidos durante la incapacidad. Otros costos indirectos o de oportunidad son más difíciles de calcular pero pueden ser grandes, tales como la pérdida de días de escuela en el caso de los niños. Un estudio del Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP) y la Organización Mundial de la Salud (GESAMP 1999) estimó que bañarse en mares contaminados causa unos 250 millones de casos de gastroenteritis y enfermedades de las vías respiratorias altas cada año. Comer crustáceos contaminados causa millones de casos de hepatitis y miles de casos de daño hepático y muerte. El estudio calcula que estos impactos cuestan a la sociedad mundial aproximadamente US\$12-24 billones por año.

- Pérdida de ingresos del turismo. El turismo internacional y las amenidades residenciales han aumentado drásticamente el valor económico del agua dulce y de los bienes costeros, porque el agua contaminada y las condiciones no sanitarias disuaden a los turistas. El turismo es ahora una de las mayores industrias del mundo, representando 27 por ciento del valor total de los servicios exportados en los países miembros de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE 1993). La industria turística de España depende de sus costas y da empleo al 10 por ciento de la fuerza laboral total. La isla caribeña Bonaire depende casi por completo del turismo relacionado con su arrecife de coral –el mismo arrecife que está siendo lentamente destruido por el aguas residuales de la isla. De manera similar, los turistas locales pueden incurrir en gastos adicionales cuando quieren visitar otros sitios recreativos en vez de la playa cercana y contaminada.
- Ingresos perdidos por aquellos cuyo ingreso depende de una calidad razonable del agua. Este es el caso obvio de los pescadores y acuicultores, pero también incluye la pérdida de días productivos cuando el abasto de agua para procesamiento y enfriamiento debe ser suspendido. Las pesquerías generalmente son de naturaleza comercial, pero la pesca de subsistencia también debería ser contada, ya que mucha gente pobre depende de la pesca para complementar su ingesta de proteínas. La contaminación orgánica puede acabar con el oxígeno en el agua, detonando la muerte de peces o destruyendo permanentemente los ecosistemas acuáticos de los cuales dependen los peces, los crustáceos, o bien la lenteja de agua. Los organismos patógenos, los metales pesado, y las sustancias tóxicas persistentes a menudo se acumulan en los peces tanto como en la fauna acuática y los mamíferos acuáticos, haciendo que no sean apropiados para su consumo. La eutrofización conlleva la aparición a gran escala de algas u otros organismos que dañan los ecosistemas acuáticos locales y las redes alimentarias.
- La pérdida del valor recreativo de las propiedades cerca del agua contaminada. Las casas y los bienes raíces pierden valor cuando la calidad de los alrededores se deteriora; al contrario, la inversión en limpiar el ambiente cause el incremento de su valor de recreación.
- Costos adicionales para producir agua potable y agua para procesos industriales.

La lista de daños precedente no es exhaustiva sino más bien ilustrativa, y subraya los extendidos y mundiales efectos dañinos de la contaminación. Las crecientes presiones urbanas sobre la zonas costeras multiplicarán la incidencia de contaminación patógena, de falta de oxígeno, y la emergencia de mareas rojas y micro-organismos tóxicos. Más aún, estos sucesos pueden confrontarnos con problemas todavía desconocidos. Por ejemplo, un preocupante desarrollo reciente es la feminización de los peces y los reptiles causado por desorganizadores endócrinos, sustancias que imitan las hormonas femeninas y están presentes, por ejemplo, en las aguas residuales municipales y hasta en los efluentes tratados convencionalmente.

El Cuadro 1.1 presenta los resultados de los cálculos de costo/beneficio de un esquema de manejo de aguas residuales apropiado en la bahía turca de Izmir. La proporción de costo-beneficio descontada varía entre 1:4 y 1:8 dependiendo de si se usa un escenario conservador o progresista.

Cuadro 1.1 TIPO DE BENEFICIOS ECONÓMICOS. ESTUDIO DE CASO DE LA BAHÍA DE IZMIR, TURUÍA (PNUMA 1993).

Un estudio de caso valoró el daño económico de la contaminación de la Bahía de Izmir y los posibles beneficios de una bahía limpia.

Beneficios descontados de la restauración de la Bahía de Izmir (1990-2025)

Beneficio por producción económica	Millones de Dólares Americanos, Precios de 1990	
	Escenario conservador	Escenario progresivo
Turismo	3,412	8,034
Pesca	133	133
Producción de sal	843	1,372
Agua del subsuelo	70	92
Corrosión	25	92
Recreación	225	445
Beneficios para la salud:		
Uso de agua	45	45
Desazolve	20	45
Total (Economía + Salud)	4,773	10,191

El costo de inversión descontado de un sistema de la contaminación apropiado para la bahía se calcula en \$1,326 billones de USD, lo que significa que la relación costo/beneficio varía entre 1:4 y 1:8. La mayor parte de los beneficios provienen de más turistas, el incremento en el número de noches que pasan ahí los turistas, y el aumento de la producción de sal. Estas cifras excluyen el valor de existencia (no de uso) de la bahía y de la ecología de Tuzla, el santuario de aves.

1.5 Una nueva prioridad y una nueva agenda

Es tiempo de acometer el desafío de manejar la contaminación de las aguas costeras. Las experiencias con técnicas no convencionales están cada día más a la mano. Es la hora de construir nuevas alianzas entre los gobiernos y el sector privado, y de explorar nuevos mecanismos financieros para patrocinar estrategias efectivas.

En el año 2000, el Consejo Mundial del Agua desarrolló una Visión del Agua Mundial y la presentó en el Segundo Foro Mundial del Agua en El Haya. La Visión subrayaba la necesidad de nuevos mecanismos para el manejo del agua (Cosgrove y Rijsberman 2000), entre los cuales los más vitales son:

- El precio de los servicios de agua al costo total para dar los incentivos correctos a los usuarios
- Administración orientada al servicio para responder a las necesidades de los usuarios

- Empoderamiento de las comunidades, las mujeres y los hombres, para estimular la iniciativa de la gente y su capacidad para confiar en sí mismos.

Para alcanzar la Visión del Agua Mundial, las inversiones en el abasto de agua y el saneamiento tendrán que elevarse de \$70-80 billones de USD por año a 180 billones de USD. Las empresas privadas -domésticas e internacionales- deberán ser la fuente principal de financiamiento, y las comunidades locales tendrán que contribuir cantidades considerables en dinero y en especie. Sin embargo, al final, en los hogares los consumidores pagarán la mayor parte de estos costos. Los recursos gubernamentales se convertirán en una proporción menor de la inversión de capital directa y de los costos de mantenimiento.

Un reporte reciente del Secretario General de las Naciones Unidas (CSD 2000) sobre los avances alcanzados en los años noventa en el abastecimiento del agua y el saneamiento para todos, concluye que la cobertura total sólo puede ser alcanzada en los próximos 25 años si los gobiernos, la comunidad internacional, las ONG y la sociedad civil se comprometen a esfuerzos de mucha mayor magnitud de lo que han hecho previamente. El reporte recomienda que en los programas nacionales se atienda:

1. Hacer del abasto de agua y del saneamiento integral parte integral de los programas contra la pobreza
2. Incorporar el abasto de agua y el saneamiento como parte integral de los programas de asentamientos humanos
3. Mejorar la prestación del servicio, la operación, el mantenimiento, la confiabilidad del servicio y la calidad del agua
4. Hacer inyecciones masivas de recursos financieros unidos a políticas efectivas de recuperación de costos
5. Descentralizar y devolver las responsabilidades a los niveles administrativos apropiados más bajos
6. Integrar el abasto de agua y el saneamiento a la enseñanza de la higiene
7. Enfocar las dimensiones de género del abasto de agua y el saneamiento del ambiente
8. Mejorar el manejo de la información
9. Integrar el abasto de agua y el saneamiento dentro de enfoques integrales en el desarrollo, administración y uso de recursos acuíferos.

Hay un papel importante para todos los interesados, desde el nivel de los hogares hasta los niveles regional y nacional. El sector privado tiene un papel importante también, como socio en la construcción y el mejoramiento de la infraestructura y la prestación de servicios, y como beneficiarios de tales medidas. Sí existen oportunidades para que el sector privado asuma ambos papeles.

No hay una sola receta, enfoque o estrategia para responder a los problemas asociados con las aguas residuales municipales. Las circunstancias socioeconómicas, culturales y físicas determinan la elección de la mejor combinación posible de enfoques y estrategias. Este documento tiene el objetivo de poner a disposición las experiencias prácticas y el conocimiento científico de una serie de estrategias y enfoques de los cuales quienes las ponen en práctica puedan escoger la mejor combinación, apropiada a sus circunstancias locales.

CAPÍTULO 2: ENFOQUES Y PASOS DE LA POLÍTICA PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

2.1 Encontrar un enfoque apropiado

En las décadas recientes, muchos enfoques diferentes han sido usados para dar respuesta a las aguas residuales y al saneamiento. En el enfoque tradicional, los planeadores y los ingenieros evalúan las necesidades y deciden qué tipo de servicio será dado *-el enfoque orientado por la oferta*. Este enfoque no ha sido siempre exitoso, particularmente es el caso de los países en desarrollo. Esto llevó al desarrollo de enfoques en los cuales se diera más atención a las preferencias de los usuarios, y su capacidad y voluntad de pagar *-el enfoque orientado por la demanda*.

La necesidad de enfoques y procesos integrales, tales como el manejo integrado del agua, el manejo de cuencas de río, el manejo integrado de zonas costeras, es ahora ampliamente reconocida. Esta mayor atención da oportunidades de dar respuesta al saneamiento y al manejo de aguas residuales como parte integral de estos enfoques. El uso de un enfoque integrado puede ser detonado por la necesidad de saneamiento, pero el desarrollo planeado de ciertos sectores económicos puede también crear la oportunidad de dar respuesta al saneamiento. Por ejemplo, la extensión de la infraestructura turística en una zona costera sin el tratamiento de aguas residuales apropiado en una área urbana circunvecina, podría obstaculizar el uso óptimo de esta oportunidad. Este *enfoque orientado por la oportunidad* puede ser considerado como una extensión del enfoque orientado por la demanda.

Este documento pone en relieve estos tres enfoques. Los enfoques no son mutuamente excluyentes, y cada uno tiene sus ventajas y sus desventajas. No existe una solución única para dar respuesta al manejo de aguas residuales o para superar las restricciones. La mejor mezcla de estrategias está influida por circunstancias físicas y políticas, la aplicabilidad de ciertas soluciones técnicas, y demás. Sin embargo, surgen lecciones de la aplicación de diferentes enfoques; examinando los éxitos y los fracasos se pueden clarificar los factores subyacentes que pudieron haber conformado distintos resultados. En el futuro cercano, el centro de información PAM (www.gpa.unep.org) tendrá disponibles estas lecciones y las difundirá de la manera más amplia que sea posible.

Los enfoques se pueden aplicar dentro del ciclo de vida de una política, lo cual incluye un conjunto de tareas relacionadas. La sección 2.2 describe tales tareas.

2.1.1 Enfoque orientado por la oferta

El enfoque convencional con respecto al tratamiento de aguas residuales está basado en el supuesto de que existe una demanda universal de estos servicios, para la cual los planeadores y los ingenieros tienen las soluciones adecuadas. Bajo este enfoque, los planeadores de servicios desarrollan proyecciones de la demanda basadas en indicadores del progreso de la demografía y la economía. Los profesionistas del sector luego traducen estas proyecciones a cálculos de demanda hipotética de nuevos servicios, y convierten esta demanda hipotética en diseños de proyectos basados en tecnologías de sistema de colección y tratamiento usadas comúnmente en ciudades industriales de Europa y los Estados Unidos.

Este enfoque orientado por la oferta a menudo ha llevado a inversiones de gobiernos y agencias donantes que sufren de varios defectos serios (Wright 1997), tales como:

- Las inversiones son costosas, tanto en términos absolutos como relativo al número de personas atendidas
- Los principales beneficiarios son los vecindarios más ricos que pueden sufragar los altos costos de conexión, con la ayuda de subsidios
- Las implicaciones para los recursos ambientales y el agua no se comparan con aquellos de otras opciones
- No se recupera la inversión

2.1.2 Enfoque orientado por la demanda

El comprender los defectos del enfoque orientado por la oferta llevó a desarrollar un enfoque orientado por la demanda. Este enfoque estimula el uso de tecnologías que sean más apropiadas a las condiciones locales y, más importante aún, reconoce que la tecnología por sí misma no es suficiente para mantener los sistemas de manejo de aguas residuales.

Un enfoque orientado por la demanda requiere:

- Comprender lo que quieren los usuarios potenciales y los interesados
- Saber qué recursos tienen y cuánto están dispuestos a usar para financiar los sistemas
- Saber qué recursos y capacidades tienen para manejar la operación y el mantenimiento de los sistemas instalados
- Diseñar sistemas, mecanismos de financiamiento y estructuras de soporte instituciones que sean las más apropiadas para sus necesidades

El objetivo del enfoque orientado por la demanda es hacer sostenible la prestación del servicio basando las mejoras futuras en (Watson y Jagannathan 1995; Peterson et al. 1994):

- La demanda de servicios, identificada mediante la consulta apropiada con usuarios potenciales
- La participación de la comunidad en la selección, la planeación, la realización y la operación
- Selección de tecnología apropiada para las condiciones físicas y socioeconómicas locales
- Transformar el papel de las agencias del gobierno central de prestador de servicio a facilitador
- Coordinar las agencias responsables de los diferentes subsectores (tales como abastecimiento de agua, saneamiento, y desechos sólidos) y de la planeación integral (planeación de uso de suelo, manejo integral del agua, desarrollo de los desarrollos industriales).

El cuadro 2.1 da una breve descripción del Enfoque de Saneamiento Estratégico, un tipo de enfoque orientado por la demanda. El cuadro 2.2 resume una discusión vía correo electrónico sobre este enfoque.

Cuadro 2.1 ENFOQUE DE SANEAMIENTO ESTRATÉGICO (TAYLER 1999).

El Programa de Saneamiento PNUD-Banco Mundial desarrolló el Enfoque de Saneamiento Estratégico. Wright (1997) describe las características clave del enfoque. Él subraya dos principios fundamentales: la necesidad de un enfoque orientado por la **demanda** y la atención a los **incentivos** adecuados. Lo primero los ve esencialmente en términos económicos, y está fuertemente asociado a **la disposición a pagar** del usuario, lo que lleva a un énfasis en los estudios de evaluación de la demanda. El enfoque define una serie de conceptos clave, los cuales son centrales para los enfoques estratégicos de la provisión de saneamiento. Éstos incluyen:

- El compromiso de mantener **finanzas sanas**
- Una preocupación por las **ciudades como un todo** en vez de con proyectos discretos (o definidos)
- Una visión amplia del saneamiento, que incluye el drenaje de agua pluvial, desecho de los lodos y de desechos humanos, y el manejo de desechos sólidos
- El uso de diferentes opciones de saneamiento en diferentes áreas de una ciudad, dependiendo de las condiciones locales
- La **división** y la **devolución** de las responsabilidades del manejo de servicios de saneamiento -en otras palabras, reconocer que una organización no tiene que ser responsable de todos los aspectos del saneamiento
- El uso de un enfoque de **pasos pequeños**, el cual concibe el saneamiento como un proceso más que como una serie de proyectos grandes.

2.1.3 El enfoque orientado por la oportunidad

Se pueden identificar cuatro tipos de asuntos que pueden disparar un respuesta de manejo de aguas residuales en zonas costeras (WCC 1993, adaptado):

1. *Demandas sociales* de saneamiento
2. *Conflictos entre los usuarios*: por ejemplo, entre los usuarios de recursos acuíferos para abasto, y para descargas de aguas residuales
3. *Efectos del proceso de la producción (non product outputs) en el estado del sistema natural*, tal como la descarga de aguas residuales no tratadas a un sistema acuático sensible
4. *Oportunidades*: por ejemplo, las necesidades de desarrollo o de planeación, tales como los planes de desarrollo de la acuicultura, infraestructura para el desarrollo del turismo, o el manejo de zonas costeras integradas.

CUADRO 2.2 RESUMEN DE UNA CONFERENCIA VÍA CORREO ELECTRÓNICO SOBRE EL ENFOQUE DE SANEAMIENTO ESTRATÉGICO.

A fines de 1999, la Iniciativa Global de Saneamiento Ambiental (IGSA) llevó a cabo una conferencia virtual sobre el Enfoque de Saneamiento Estratégico (descrito arriba). Los participantes en esta discusión concluyeron que la demanda de un mejor saneamiento es crucial para lograr una mayor cobertura de saneamiento, y subrayaron la importancia de informar la demanda y de dar los incentivos apropiados en todos los niveles. También identificaron que las maneras de recuperar los costos para financiar la operación y el mantenimiento de la infraestructura y los servicios son un importante factor para el sostenimiento. Se dio un consenso en torno a que un enfoque estratégico del saneamiento es un requisito previo fundamental para mejorar la cobertura de infraestructura y servicios. Los participantes también estuvieron de acuerdo sobre una serie de asuntos concernientes a la necesidad de adoptar un enfoque integrado para la planeación y el diseño, así como de información confiable para el proceso de toma de decisiones (Parkinson 2000).

Durante la discusión los participantes hicieron notar que puede ser difícil implementar tal enfoque en la práctica dadas las restricciones locales. Por ejemplo los marcos de trabajo institucionales efectivos, las disposiciones financieras adecuadas, y formas apropiadas de tecnología pueden no existir al comienzo de las actividades o presentes en el corto plazo, o las capacidades requeridas pueden no estar disponibles. Así, abordar este enfoque puede no ser conveniente para una organización responsable o una municipalidad.

El manejo adecuado de las aguas residuales es un requisito previo para hacer posible el desarrollo socioeconómico. Así, se pueden crear las oportunidades de dar respuesta al problema. Por ejemplo, la expansión del sector turismo/desarrollo hotelero. El desarrollo de la acuicultura costera, la expansión urbana por medio de empresarios debido a la alza de valor potencial de los terrenos, y el desarrollo industrial que requiere agua limpia y fresca como la industria procesadora de alimentos y las cervecerías, son todos casos que ofrecen oportunidades para plantear el manejo de las aguas residuales. Los interesados debieran estar involucrados en la definición de política, y el desarrollo socioeconómico (planeado) debería estar ligado con la planeación y la inversión para el manejo de aguas residuales. También se puede apelar a los interesados para que paguen su parte de la inversión y los costos de operación. Así, es claro que el enfoque orientado por la oportunidad tiene una dimensión más amplia que el enfoque orientado por la demanda. El capítulo 5 trata de los costos y los beneficios asignados a los diferentes niveles de beneficiarios.

El reciente aumento de la atención dada a los enfoques de administración integrada, tales como el manejo integral de cuencas fluviales y zonas costeras (MIZC), brinda otra oportunidad para plantear el problema de las aguas residuales municipales, porque puede ser una parte integral de estos enfoques amplios. Las lecciones del MIZC pueden beneficiar el desarrollo de políticas apropiadas de manejo de aguas residuales. El cuadro 2.3 presenta algunas de las características del MIZC.

Cuadro 2.3 CARACTERÍSTICAS DEL MANEJO INTEGRADO DE LAS ZONAS COSTERAS (WWC 19994).

La integración en el manejo de zonas costeras es la cooperación entre todos los actores responsables. El incentivo de los actores para la cooperación es su necesidad común de alcanzar los objetivos compartidos, relativos a las zonas costeras, lo que lleva a situaciones en la que todos ganan. En este contexto, el manejo integrado de las zonas costeras implica la integración de:

- Responsabilidades de las agencias a diferentes niveles del gobierno (integración vertical)
- Responsabilidades de diferentes sectores del gobierno (integración horizontal)
- Responsabilidades entre gobiernos y grupos locales
- Políticas en todos los sectores económicos
- Enfoques económicos, técnicos y legales

El manejo integral de las zonas costeras se lleva a cabo en un contexto dinámico que a menudo presenta cambios en: (i) condiciones demográficas y socioeconómicas, incluyendo las preferencias sociales y las demandas; (ii) los sistemas naturales costeros; y (iii) condiciones a largo plazo.

2.2 Guía para el manejo de aguas residuales

Los enfoques anteriormente descritos pueden ser aplicados en un ciclo de vida de una política, un marco de referencia el cual comprende un conjunto amplio de tareas relacionadas, todas las cuales deben ser llevadas a cabo para producir ciertos objetivos deseados. Este proceso es cíclico y cambia con el tiempo, lo que sugiere que el proceso se puede aplicar también en situaciones en las cuales algún tipo de manejo de aguas de desecho existe ya. Una evaluación de la discrepancia entre el funcionamiento presente y el requerido del sistema podría disparar un ciclo renovado de definición y reformulación de estas tareas.

Cada ciclo se aboca a identificar, planear, implementar, hacer cumplir y evaluar. Cada una de las tareas del ciclo se pueden subdividir en una serie de pasos, y los diferentes interesados deberían participar en el proceso tan pronto como se pueda. Dado que las tareas se ejecutan en un proceso cíclico, el paso 1, aunque parezca el sitio lógico para comenzar, no es siempre el primer paso dado. Los pasos para identificar oportunidades o para evaluar la situación en curso pueden ir primero, y seguirse de otros pasos en la secuencia.

Los pasos a seguir son:

1. Identificación del problema
 - a. Monitoreo
 - b. Evaluación e identificación de la necesidad de la acción
2. Planeación
 - a. Revisar la información
 - b. Identificar las necesidades y oportunidades
 - c. Fijar los objetivos y formular el plan
 - d. Adopción formal

3. Realización
 - a. Instrumentos administrativos
 - Regulación
 - Instrumentos económicos y financieros
 - b.1 Manejo operativo de iniciativas *in situ*
 - b.2 Manejo operativo de la infraestructura
 - c. Organización institucional
 - Instituciones
 - Ampliación de la capacidad
 - Concientización y participación del público
4. Cumplimiento y evaluación
 - a. Manejo operativo de la calidad del agua (monitoreo y cumplimiento de normas y estándares).
 - b. Evaluación

Dos publicaciones recientes ofrecen guías detalladas para los enfoques estratégicos para el manejo sostenible de los recursos acuáticos, acuíferos (Comisión Europea 1998) y el saneamiento municipal (GHK 2000), usando el ciclo de vida de la política como un punto de entrada. La siguiente sección describe una serie de consideraciones importantes para desarrollar las políticas de manejo de aguas residuales.

2.2.1 Identificación del problema

a. Monitoreo

La metodología para el monitoreo (tanto del funcionamiento como del ambiente) está bien establecida. En el futuro, el Centro de Información del GPA será una plataforma para brindar técnicas de monitoreo relativas a las aguas residuales. Una estrategia adecuada de monitoreo se enfoca a:

- Las áreas donde se pueden esperar impactos (La tabla 1.3 presenta una evaluación cualitativa de los impactos en las zonas costeras)
- La cantidad y la calidad de las aguas residuales de las industrias y pequeñas empresas que se mezclan con las aguas residuales domésticas
- La cantidad y calidad del escurrimiento urbano y la frecuencia con la cual se drena al sistema de colección de aguas residuales.

b. Evaluación e identificación de la necesidad de actuar

Los primeros éxitos en el control de la contaminación en los países industrializados en los años 50 y 60 pertenecían principalmente a las sustancias que acaban con el oxígeno, a los sólidos suspendidos, ya algunos metales pesados, en parte porque esta contaminación fue la primera en ser reconocida, y en parte porque la tecnología para darle respuesta estaba disponible. Sin embargo otros contaminantes, particularmente de patógenos y nutrientes, todavía no ha sido suficientemente mitigada. Las lecciones que surgieron de los primeros esfuerzos de control de la contaminación señalan la necesidad de:

- Identificar el contaminante que está causando serios daños a la región
- Usar el dinero escaso para atacar esta contaminación valiéndose de medios costo-efectivos

- Establecer criterios para establecer prioridades en el servicio a las comunidades basados en, por ejemplo, riesgos a la salud o condiciones de vida.

La evaluación de un problema, incluyendo la revisión de la situación que se vive, puede ser llevada a cabo al nivel de la ciudad por el equipo del gobierno local. Sin embargo, también puede hacerse al nivel de barrio con la participación de los interesados; la evaluación se convierte entonces en una herramienta poderosa para hacer conciencia en el público. El Capítulo 4 profundiza en las estrategias para la abogacía y la concientización.

2.2.2 Planeación

a. Revisión de la información

Las políticas y la organización institucionales deben ser revisadas para hacer posibles los enlaces con el sector de las aguas residuales. Estas pueden incluir:

- Proyecciones demográficas y socioeconómicas, tales como la tasa de urbanización, las proyecciones de ingreso *per capita* y distribución, abasto y demanda de agua
- El marco legal existente, incluyendo estándares y reglamentos
- El marco institucional vigente
- El marco financiero
- Las políticas de sectores relacionados (tales como abasto de agua, manejo de desechos, planificación y uso de suelo, y desarrollo urbano)
- La planeación económica nacional
- La identificación de los interesados y de las agencias clave

b. identificación de necesidades y oportunidades

Cuando se quiera desarrollar una política para el manejo de aguas residuales, una serie de obstáculos pueden surgir e impedir su realización y funcionamiento adecuado. Identificar los obstáculos potenciales al inicio del proceso puede permitir que se les dé respuesta dentro de la política misma. Por ejemplo:

- Identificar insuficientes capacidades institucionales sugiere que ampliar las capacidades debe ser una de las actividades de realización
- Reconocer la necesidad de apoyo financiero para las inversiones debería influir en qué tipos de socios deben participar, tales como bancos regionales de desarrollo o compañías internacionales de aguas.

Como se subraya en la sección 2.1.3, el manejo adecuado de las aguas residuales puede ser uno de los requisitos previos para el desarrollo socioeconómico. Así, la planeación y las inversiones para el manejo de aguas residuales deberían estar ligadas al desarrollo socioeconómico (planeado) y al manejo integrado de cuencas fluviales y zonas costeras. Estos desarrollos brindan oportunidades para comenzar a actuar. La planeación económica nacional y la planeación sectorial pueden dar información relevante sobre cómo y dónde ligarlos con el manejo de aguas residuales.

Para la realización exitosa de un plan de manejo de aguas residuales, es esencial que todas las partes interesadas estén participando desde las primeras etapas. El Capítulo 4 analiza esto en más detalle.

c. Definición de objetivos y formulación de la política

La definición de metas y objetivos es una parte crucial de un plan de manejo de aguas residuales. Implica consultas y negociaciones con todos los interesados, así como el análisis y la evaluación de la factibilidad técnica, económica y social de las diferentes opciones.

Los objetivos del manejo de aguas residuales deben ser medibles y verificables. Los objetivos pueden ser un subconjunto de los objetivos generales del manejo integrado del agua. Este podría tener objetivos y estándares de calidad para los usos designados del agua (esto es, para la producción de agua potable, para pesqueras, para la navegación y demás) y estándares a largo plazo para los recursos acuíferos tales como ríos, humedales y zonas costeras.

Dado que el manejo de aguas residuales abarca más, los componentes más importantes de la estrategia incluyen:

- Prevenir en la fuente, especialmente para evitar la contaminación tóxica
 - Reducir al mínimo las aguas residuales en su origen
 - Aplicar tanto como sea posible el saneamiento *in situ* y a bajo costo, tomando en cuenta los impactos ambientales
 - Considerar opciones para el reciclaje. Las aguas residuales municipales y los biosólidos o lodos pueden ser reciclados después de un tratamiento previo, por ejemplo, en la agricultura, la acuicultura o para enfriamiento y procesamiento industrial
 - Identificar los constituyentes prioritarios y seleccionar enfoques de mitigación costo-efectivos tomando en cuenta las distintas alternativas tecnológicas
 - Aplicar la capacidad de absorción que ofrecen los sistemas naturales
 - Integrar la política con otros sectores, tales como el abasto de agua y la planeación del uso del suelo
 - Plantear la zonificación de la contaminación y de las funciones beneficiarias, tales como la industria o el turismo costero
 - Considerar la diferenciación temporal y espacial
- Temporal:** invertir en etapas y tener en mente un horizonte a largo plazo de futuras cobertura y extensión tomando en cuenta las posibles consecuencias para el espacio, el diseño y la operación. Quitar el primer 50 por ciento del contaminante es moderadamente costoso, pero eliminar el siguiente 40 por ciento es más caro, y el último 10 por ciento es a menudo prohibitivo.
- Espacial:** Diferenciar entre los barrios y los suburbios por sus características físicas (pendiente, tipo de suelo, nivel de agua del subsuelo, infraestructura existente para el abasto de agua y el sistema de colección) y por las características socioeconómicas (densidad de población, ingreso, voluntad para pagar, mano de obra calificada, precio del terreno, costos de la energía)
- Buscar un enfoque integrado para el manejo de las cuencas de río, elevar los niveles de conciencia y de solidaridad en la realización entre las poblaciones que vivan río arriba o río abajo; solidaridad ribereña.

d. Adopción formal

Un enfoque más amplio del manejo de aguas residuales requiere mecanismos para coordinar las responsabilidades de las agencias a distintos niveles del gobierno, incluyendo las responsabilidades de las diferentes partes interesadas (integración vertical) y aquellas de

diferentes sectores del gobierno (integración horizontal). La adopción formal de las políticas conlleva los siguientes pasos, entre otros:

- Establecer un mecanismo de coordinación entre las agencias y entre las autoridades relevantes
- Aprobar los cambios de personal y organizacionales que puedan requerirse
- Adoptar las políticas y metas relacionadas, y nuevo estilo gerencial
- Asignar, por legislación, la distribución de las responsabilidades entre las autoridades, tales como el monitoreo, la recaudación de ingresos, la operación y el mantenimiento
- Aprobar la designación de recursos para el financiamiento

A medida que la política transita de la fase de planeación a la fase de realización, puede cambiar el balance entre la integración horizontal y la integración vertical. Al principio del proceso, es de suma importancia que todos los diferentes niveles del gobierno y los interesados interactúen. Cuando se implementan las políticas, otros sectores relacionados pueden tener un papel más importante.

2.2.3 Realización

a. Instrumentos

Cada una de las agencias responsables tiene un conjunto de instrumentos a su disposición, en la forma de instrumentos reguladores e instrumentos basados en los incentivos. Estos instrumentos deben tener soporte en la legislación y en otros tipos de autorización.

Las políticas deben traducirse en regulaciones que, entre otras cosas:

- Creen medidas para prevenir la contaminación en su fuente, por ejemplo, la recolección y el tratamiento específico de desechos líquidos tóxicos como son los aceites para automóviles, los desechos de hospitales y laboratorios, y los desechos industriales
- Aseguren que la calidad de la descarga de aguas residuales entre dentro de los estándares adoptados
- Aseguren que los lodos sean tratados de acuerdo con los estándares de calidad adoptados
- Posibilite el uso de instrumentos económicos, tales como estímulos financieros y fiscales, para promover la reducción al mínimo del desecho, la prevención de la contaminación, y el reciclaje
- Promueve la capacidad de las autoridades para hacer cumplir estos instrumentos reguladores y económicos.

El Cuadro 2.4 presenta algunos ejemplos de instrumentos reguladores y económicos

b. Manejo operativo de la infraestructura

Se puede hacer una distinción básica entre el saneamiento *in situ* y la recolección y el tratamiento externo.

El manejo *in situ* del saneamiento demanda un enfoque distinto, ya que está también relacionado con los hábitos de higiene y con los reglamentos para el uso de suelo en la ciudad. La vigorosa participación de los hogares y de las comunidades de los barrios es

esencial. Además, los pequeños empresarios pueden tener un papel importante en el manejo operativo.

Cuadro 2.4 EJEMPLOS DE INSTRUMENTOS DE MANEJO

A. Instrumentos reguladores (comando y control)

Licencias y permisos

Prohibiciones sobre manejo incorrecto de desechos y efluentes, incluyendo a los lodos

Reglas para desincentivar el abuso de los privilegios de las prácticas monopólicas

Estándares para la calidad de las aguas efluentes y receptoras

B. Instrumentos económicos o basados en el mercado (incentivos y castigos)

Adhesión al ISO 14000¹

Cargos y tarifas

Acuerdos entre gobierno e industria y/o la municipalidad

Eco-etiquetamiento

Acceso del público a los registros de control de la contaminación

Subsidios y cofinanciamientos

Impuestos

Permisos canjeables de efluentes

¹La serie de estándares voluntarios de manejo ambiental del International Organization for Standards 14000.

Varias agencias técnicas están relacionadas con el financiamiento, el diseño, la operación y el mantenimiento de la infraestructura para la recolección y tratamiento *ex situ* y centralizado del aguas residuales doméstico. Por ejemplo, los departamentos de obras públicas de una municipalidad a menudo son responsables de operar y mantener los sistema de colecciones, mientras que las estaciones de bombeo y obras de tratamiento principales son a menudo la competencia de agencias regionales técnicas, para poder beneficiarse de las economías de escala y de sinergias.

El siguiente capítulo describe las distintas opciones técnicas y los pasos a considerar al seleccionar la tecnología apropiada. El Capítulo 5 discute las implicaciones financieras para la inversión, la operación y el mantenimiento. El manejo operativo está fuera del alcance de este reporte.

c. Organización institucional

La organización institucional propicia el marco necesario para la realización de las actividades de gestión y para la aplicación de los instrumentos de gestión. El capítulo 4 aborda esos arreglos institucionales, así como la capacitación, la conscientización, y la participación pública.

2.2.4 Cumplimiento y Evaluación

a. Cumplimiento

Hacer cumplir las reglas y los reglamentos existentes es uno de los aspectos más difíciles del gobierno, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo. La meta debiera ser tener reglas que sean aceptadas en general por la sociedad y que puedan hacerse cumplir. Una vigilancia fuerte y objetiva a menudo se requiere cuando ciertas partes claramente se benefician económicamente de romper las leyes (Post y Lundin, 1996).

Entre otras actividades, hacer cumplir las políticas relativas a las aguas residuales implica:

- Monitorear los estándares de calidad acordados para el agua y los efluentes
- Emitir licencias de descarga
- Cobrar tarifas o multas por descarga
- El manejo operativo de la calidad del agua

b. Evaluación

Los resultados del plan de manejo de las aguas residuales debería estar sujeto al monitoreo regular y a la evaluación como una manera de mejora continua de su funcionamiento. Así, es especialmente importante que las metas y los objetivos puedan ser especificados tan clara y cuantitativamente como sea posible; de lo contrario, las evaluaciones son difíciles. Cualquier discrepancia entre el funcionamiento real y el requerido debe ser comunicado a las autoridades apropiadas, para iniciar una nueva ronda de definición de políticas.

CAPÍTULO 3: OPCIONES TÉCNICAS

3.1 Selección de tecnología

Este capítulo presenta un breve repaso general de las tecnologías para el control de la contaminación por aguas residuales. No tiene la intención de brindar una descripción completa y detallada de todas las opciones de tecnologías disponibles, dado que existen excelentes trabajos generales sobre el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de una amplia gama de medidas físicas para coleccionar y tratar el agua. (Metcalf and Eddy, 1991, Viessman and Hammer 1993; GHK 2000). Hay una gran variedad de tecnologías convencionales y menos convencionales para el tratamiento de aguas residuales, que van desde operaciones simples de selección, tamizado y sedimentación hasta sofisticadas operaciones biológicas y químicas. Los materiales removidos de las aguas residuales terminan como bio-sólidos o como lodos o como otra materia residual, los cuales pueden requerir tratamiento adicional antes de desecharse. El PNUMA tiene un Centro Internacional de Tecnología Ambiental con una base de datos, accesible por Internet, sobre tecnologías ambientalmente sanas para dar respuesta a problemas ambientales urbanos y al manejo de cuencas de aguas dulces (www.unep.org.jp).

La selección de la tecnología es un paso esencial en cualquier estrategia de manejo de aguas residuales. La tecnología deberá ser ambientalmente sana, apropiada para las condiciones locales, y al alcance de quienes deban pagar los servicios. El proceso de selección deberá estar combinado con concientización, cambios de conducta, reglamentos y vigilancia de su cumplimiento, y deberá ser aplicable y eficiente dentro del contexto de toda la cuenca del río. Otros aspectos a considerar son el funcionamiento promedio de una tecnología, su confiabilidad (bajo flujos de aguas residuales variables y problemas de composición y de operación), su manejabilidad institucional (planeación, diseño, construcción, y su capacidad de operación y mantenimiento, incluyendo la disponibilidad local de recursos humanos capacitados), y la inversión requerida, la operación y los costos de mantenimiento.

En las áreas rurales con bajos niveles de consumo de agua, la excreta humana puede desecharse *in situ* usando saneamiento en seco. A medida que aumenta el consumo de agua *per capita*, el saneamiento se basa en el agua de manera creciente. Los tanques sépticos pueden introducirse como un sistema descentralizado e *in situ*. En áreas con mayores tasas de consumo de agua y de densidad de la población, el sistema de colección es a menudo requerido y el agua de desecho recolectada debe tratarse fuera del sitio en un sistema centralizado; sin embargo, se ha vuelto al estudio del saneamiento en seco.

La figura 3.1 presenta un ejemplo de árbol de decisión para seleccionar la tecnología para aguas residuales, e ilustra una serie de factores clave en el proceso (UNEP 1998). Las diferentes opciones deben compararse para establecer la mejor tecnología disponible para una comunidad dada. Por ejemplo, el uso de una alternativa terrestre, tales como lagunas o humedales, podrían ser comparados con alternativas convencionales, tales como ya sea un tratamiento secundario o tratamiento primario y descarga de desagüe. Sólo después de que los costos locales (de energía, tierra, labor y capital) hayan sido identificados, se puede contestar las preguntas del árbol de decisiones.

3.2 Estrategias tecnológicas

Como se menciona en el capítulo 2, una estrategia innovadora del manejo de aguas residuales se basa en la demanda de los servicios, la aplicación de una combinación de opciones de intervención tecnológica y de manejo, integración con otros sectores, una planeación a largo plazo, y el uso de oportunidades socioeconómicas.

La aplicación de una mezcla de intervenciones tecnológicas y administrativas, cada una óptima para diferentes zonas en una ciudad, requiere de un enfoque con pasos secuenciados (como se propone en la tabla 3.1) La estrategia general en el enfoque que recomienda proceder paso a paso está dirigido a reducir y contener la contaminación tanto como sea posible, a la vez que dar tratamiento a los desechos restantes, más concentrados, mediante opciones de recuperación de recursos. El máximo potencial de las intervenciones debe ser explotado a cada paso antes de continuar al paso siguiente. Las condiciones locales determinarán qué aspecto del enfoque es más apropiado contribuye de manera más eficaz a la solución (parcial) del problema de las aguas residuales. Los pasos individuales del enfoque general se discuten en las siguientes secciones (secciones 3.2.1 a 3.2.6).

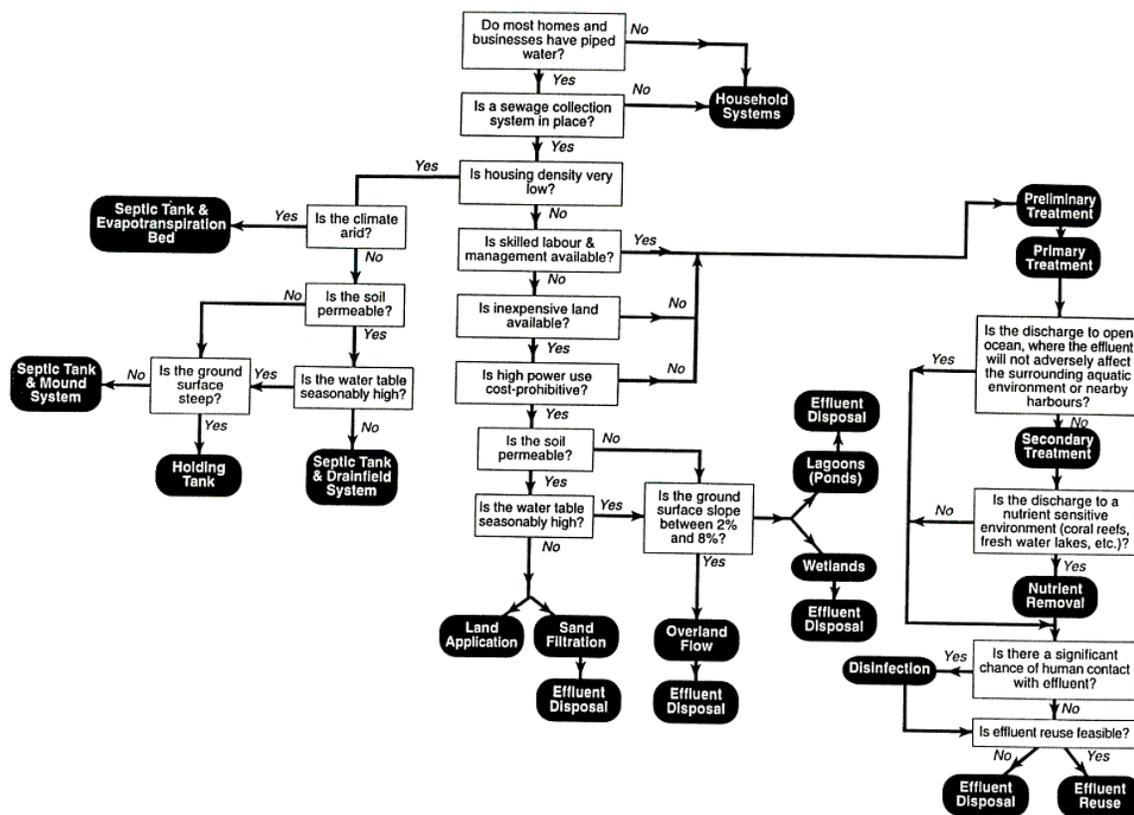


FIGURA 3.1 EJEMPLO DE UN ÁRBOL DE DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE AGUAS RESIDUALES (UNEP, 1998).

Aunque ejemplos exitosos de cada uno de los pasos presentados en la tabla 3.1 se han presentado en otras partes, el enfoque integrado propuesto arriba no ha sido aplicado en intervenciones de aguas residuales anteriores. Así, es esencial desarrollar este nuevo concepto más y establecer su factibilidad y sus ventajas mediante una selección de proyectos demostrativos. Más aún, no todos los pasos indicados en el enfoque implican tecnologías establecidas o “convencionales”. Si bien toda tecnología estará sujeta a mayor desarrollo en los próximos años, requiere especial atención el mayor desarrollo de nuevas tecnologías costo-efectivas, tales como la tecnología seca, el tratamiento anaeróbico, las lagunas, los sistemas naturales y los esquemas de reciclado. También debe ser promovido el desarrollo de nuevos conceptos.

Tabla 3.1 PASOS EN UN ENFOQUE SUSTENTABLE PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES, INORDENDE PREFERENCIA DECRECIENTE (ADAPTADO DE VARIS Y SOMLYODY 1997)

-
1. Prevención de la contaminación
 2. Tratamiento *in situ* y reciclado (cerca de la producción)
 3. Transporte fuera del sitio: sistema de colección y drenaje de agua pluvial
 - 4^a. Sistemas de tratamiento natural: el uso y/o estimulación de la capacidad natural de auto-purificación de los cuerpos de agua receptores
 - 4b. Opciones de reciclado y valoración del desecho. Uso de baja tecnología e ingeniería ecológica para la conversión del agua residual en recursos.
 5. Colección convencional fuera del sitio y centralizada, alta tecnología, tratamiento al final de la tubería.
-

3.2.1 Prevención de la contaminación

La evaluación y realización de oportunidades para prevenir la contaminación debieran ser los primeros pasos dados al decidir al tomar decisiones acerca de opciones técnicas. Otros términos usados para describir la prevención de la contaminación incluyen la tecnología de bajo desperdicio; producción más limpia; prevención de desperdicio y emisiones, y reducción al mínimo del desperdicio; y reducción en la fuente. La prevención de la contaminación tiende a reducir o prevenir la contaminación en su fuente, reduce al mínimo el uso de recursos, reduciendo así la cantidad de desechos descargados al ambiente (ver cuadro 3.1). También debiera prevenir que las aguas de lluvia se lleven desechos sólidos, los cuales incluyen la basura.

Las industrias han implementado una amplia variedad de medidas de prevención de la contaminación, y en los años recientes se ha documentado un gran número de casos exitosos (véase, por ejemplo, el sitio en la red del Programa de Producción más Limpia, www.unepie.org). La adopción de tecnologías de producción más limpias en la industria puede reducir o hasta eliminar, la necesidad de inversión en tecnología de tratamiento al final del ducto. Como guía muy aproximada, 20 a 30 por ciento de reducción en contaminación puede a menudo alcanzarse sin que se requiera ninguna inversión de capital, y reducciones adicionales de 20 por ciento o más se pueden alcanzar con inversiones que

tienen un periodo de retorno de la inversión de sólo algunos meses (Banco Mundial 1997^a). Tales esfuerzos requieren, sin embargo, atención administrativa continua.

CUADRO 3.1 REDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN COREA (VEENSTRA ET AL. 1997).

La reducción del consumo de agua doméstica es una manera muy efectiva de reducir el volumen del aguas residuales y vuelve el tratamiento menos caro. La administración de la demanda, el uso en los hogares de tecnologías que ahorren agua, y, por ejemplo, utilizar las aguas grises para limpiar los excusados pueden dar lugar a reducciones significativas en la capacidad requerida por las aguas residuales. En Corea del Sur, por ejemplo, la expansión de la capacidad de tratamiento el aguas residuales para Seúl y Pusán se propuso basándose en el crecimiento proyectado del consumo de agua de la llave de 120 a 250 litros per capita por día. Cuando los costos de tal expansión resultaron demasiado altos, se hicieron inversiones para promover el ahorro de agua en los hogares. Esto a la larga permitió que en el diseño de sistema de colecciones y de plantas de tratamiento de aguas residuales se hiciera a una escala de 1:2.

Hoy en día, las tasas de consumo de agua están casi directamente correlacionadas con el nivel de desarrollo de un país. Así, puede ser difícil sugerir a los países en desarrollo que sólo las conexiones “nuevas” a los servicios de agua deban tener un tipo de manejo de aguas residuales diferente. Es claro que los conceptos alternativos de saneamiento no nacido del agua, o las alternativas que consumen poca agua, requieren ser desarrolladas e introducidas tanto en los países industrializados como en aquellos en desarrollo.

3.2.2 Paso 2: Tratamiento *in situ*

Después de haber asegurado que la contaminación se previene al grado mayor posible, el tratamiento *in situ* debiera ser considerado el segundo paso. El saneamiento *in situ* es efectivo cuando no hay, o hay muy poca, agua entubada. Consiste en sistemas *in situ* para la recolección y el tratamiento del agua al nivel de un hogar, una comunidad, o un conjunto de departamentos. Las plantas paquete son usadas sobre todo para centros turísticos, hoteles y otros edificios públicos.

Los sistemas *in situ* usan ya sea un tanque o una fosa séptica para recolectar las aguas. Las características de los sistemas *in situ*, en lo que concierne a la recolección, incluyen:

- Un tanque séptico, que es un tanque sellado que recolecta aguas residuales de excusados, regaderas, lavabos, y otros servicios domésticos mediante tubería. En este sistema, los sólidos se depositan en el fondo.
- En una letrina de pozo, los sólidos se depositan pero el líquido se filtra directamente al suelo. Esto puede tener serias consecuencias en la calidad de agua del subsuelo cercana
- Existen tecnologías de bajo costo que permiten la construcción, la reparación y la operación por parte de las comunidades locales o los propietarios de las casas.

- Reducen efectivamente los problemas de salud pública relacionados con las aguas residuales.

Las características de los sistemas *in-situ*, en lo que respecta al tratamiento, incluyen:

- El líquido fluye fuera del tanque séptico a un campo de drenaje o se desborda hacia un sistema de drenaje. El área necesaria para el desecho de efluentes depende de la tasa de flujo y de la infiltración local de la tierra. Los efectos de estos flujos en la calidad del agua del subsuelo deben ser considerados.
- Los sólidos que se acumulan en la fosa o el tanque (unos 40 litros por persona por años) tienen que quitarse periódicamente. El líquido usualmente se descarga a plantas de tratamiento de aguas residuales cercanas o una laguna de estabilización aparte.
- Un tanque séptico removerá 30 a 50 por ciento de DBO, y 40 a 60 por ciento de sólidos suspendidos. En los tanques sépticos debidamente diseñados con la absorción terrestre de los flujos líquidos, la tierra removerá el resto de DBO, sólidos suspendidos, bacterias y virus del efluente.

Algunos criterios para decidir si es apropiado el tratamiento *in situ* son:

- La densidad de la población (número de personas por hectárea)
- Volumen de aguas residuales producido (en metros cúbicos por hectárea por día)
- Permeabilidad del suelo
- Costo unitario del sistema de colección
- Consideraciones socioeconómicas y culturales

La naturaleza congestionada de muchos asentamientos peri-urbanos restringe el espacio disponible para letrinas de pozo y tanques sépticos. Además, en las áreas muy densamente pobladas, el volumen de aguas residuales generadas puede exceder la capacidad de la infiltración del suelo. Los riesgos adicionales de la contaminación del agua del subsuelo y de la desestabilización del suelo (afectado por factores tales como la porosidad del suelo, la pendiente, y niveles freáticos altos a menudo requieren sistema de colección y tratamiento centralizado. Dependiendo de las condiciones físicas y socioeconómicas locales, ahí donde los sistemas de colección del aguas residuales en sistemas centrales no sea factible, el saneamiento *in situ* puede ser factible sólo para los pueblos, barrios urbanos o áreas rurales de baja densidad.

3.2.3 Paso 3: Transporte fuera del lugar: sistema de colección de aguas residuales y de precipitación pluvial

Las opciones fuera del lugar deben ser consideradas cuando el tratamiento *in situ* pudiera conllevar riesgos directos a la salud o al agua del subsuelo, o riesgo por contaminación fecal o eutrofización de las aguas costeras, como en las áreas más densamente pobladas. En estos casos, se debe ofrecer drenaje. En áreas donde los niveles de producción de aguas residuales excedan 10 metros cúbicos por hectárea por día, definitivamente se requiere transporte fuera del lugar. Para áreas con niveles bajos de producción de aguas residuales, la necesidad de sistema de colección dependerá también de criterios como la presencia de

aguas superficial en el subsuelo usada para el abastecimiento de agua, la permeabilidad del suelo y su capacidad para absorber efluentes, así como de la densidad de la población.

Los sistemas centralizados de tratamiento requieren la colección del aguas residuales y su transporte mediante un sistema de alcantarillado. Los sistemas de alcantarillado combinados llevan aguas residuales y precipitación pluvial en el mismo conducto. Los sistemas separados llevan en conductos distintos las aguas de residuales y las aguas de la precipitación pluvial a alcantarillados distintos.

Comparación de los sistemas separados y combinados

Sistemas separados	Sistemas combinados
<ul style="list-style-type: none"> • Requiere flujos de aguas residuales menores, más regulares y más concentrados (flujo de temporada seca) • El funcionamiento del proceso de tratamiento es consistente • El flujo de aguas pluviales sobre el terreno reduce la inversión de capital requerida para el sistema separado • Es más económico que el sistema combinado 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere una distribución uniforme de precipitación pluvial a lo largo del año • La planta de tratamiento debe tener capacidad para de dos a cinco veces el flujo máximo de la temporada seca • La erosión de la tierra debe ser controlada (por ejemplo, pavimentando los caminos) • Los sobreflujos pueden contener aguas residuales que se descargan al agua de la superficie • Requiere inversión simultánea para drenaje, alcantarillado y tratamiento • Es más apropiado para las regiones más industrializadas con un desarrollo urbano en fases.

Para ambos sistemas, son relevantes los siguientes puntos:

- Los costos de construcción son relativamente altos, dependiendo de las pendientes, el suelo y el agua.
- Los costos unitarios del sistema de colección decrecen con densidades de la población más altas.
- Los sistema de colecciones de gravedad se prefieren por sus menores costos de operación y de mantenimiento, en comparación con los sistemas bombeados. Veentra et al. (1997) hacen notar que el sistema de colección de gravedad se vuelve económicamente factible en densidades de población de 200^a 300 personas por hectárea en países en vías de desarrollo, y a 50 personas por hectárea en países industrializados.

Los sistemas de colección convencionales pueden ser difíciles y costosos de construir en áreas densamente pobladas y de bajos ingresos. Por lo tanto, las tecnologías de colección intermedias pueden aplicarse en muchos lugares. Algunas tuberías de pvc conectadas a los desbordamientos de los tanques sépticos pueden construirse fácilmente en superficies rocosas y previenen el daño que puede surgir por la inestabilidad del suelo, a la vez que virtualmente eliminan la infiltración. La operación y el mantenimiento de estos pequeños sistemas perforados requieren trabajo intensivo y participación de la comunidad. Veenstra

et al. describen una serie de ejemplos exitosos de pequeños proyectos de sistema de colección perforados en Brasil, Colombia, Egipto, Pakistán y Australia.

El sistema de colección de pequeñas perforaciones puede ser más costo-efectivo que el saneamiento *in situ*, donde las densidades de la población exceden a 200 personas por hectárea. Un posible problema surge con el sistema de colección de pequeñas perforaciones si los tanques sépticos no se desenlodan regularmente, o si sólo se quita el líquido; esto deja los sólidos en el tanque hasta que se desbordan, posiblemente causando la obstrucción de los pequeños drenajes. Esto plantea riesgos adicionales de salud pública si los tanques sépticos están ilegalmente conectados a drenajes públicos abiertos o alcantarillas.

Los árboles de decisión para el saneamiento *in situ*, el drenaje de pequeñas perforaciones, o el sistema de colección convencional puede encontrarse en la bibliografía especializada. (Véase, por ejemplo, UNEP 1998 y World Bank 1982).

3.2.4 Paso 4^a: Sistemas naturales de tratamiento

El uso de la capacidad de limpiarse de los sistemas naturales debe ser considerado como el siguiente paso para el tratamiento del aguas residuales recolectado. En áreas con densidades de población más altas, es posible desarrollar un sistema de recolección y el uso de una sola instalación para dar tratamiento a los desechos de la comunidad. Los estanques y las lagunas de estabilización son opciones comunes de tratamiento biológico de bajo costo, con costos operativos bajos. Se están usando, por ejemplo, en comunidades de tamaño medio en la región caribeña ampliada (UNEP 1998). El tratamiento está estimulado por la autopurificación de los ecosistemas naturales y cuerpos de agua al estimular estos procesos biológicos naturales en sistemas de ingeniería de bajo costo. Los criterios aplicables para la selección de tratamientos naturales incluyen:

- El potencial para generar recursos aprovechables
- El precio y la disponibilidad de los terrenos, dado que requieren áreas mayores de terreno que los procesos convencionales
- La posibilidad de reducir el tiempo de retención estimulando los procesos de conversión naturales y /o al incluir un paso de tratamiento anaeróbico previo

La capacidad para remover los nutrientes puede no ser adecuada para áreas densamente pobladas situadas cerca de estuarios sensibles a la eutroficación o cerca de arrecifes de coral. En estos casos, pueden requerirse opciones de tratamiento más convencionales.

Los Cuadros 3.2 y 3.3 presentan ejemplos del uso de ecosistemas naturales. Tales sistemas están operando tanto en países en desarrollo como en países industrializados para la conversión de aguas de desecho en recursos aprovechables.

Sin embargo, es claro que estas prácticas no cumplirán con las normas actuales de la Organización Mundial de la Salud para la calidad microbiológica en la acuicultura (esto es, 0 nemátodos y menos de 10, 000 coliformes fecales por cada 100 ml en el estanque para que los peces y las verduras estén expuestos a menos de 1,000 coliformes por cada 100 ml)

sin tratamiento previo a bajo costo en estanques de estabilización en tiempos de retención cortos. (Mara et al., 1993).

Cuadro 3.2 INGENIERÍA ECOLÓGICA: ACUICULTURA CON BASE EN AGUAS RESIDUALES

La acuicultura es una estrategia ampliamente aplicada para el tratamiento y el reciclado de las aguas residuales. Los peces criados en estanques nutridos por aguas residuales previamente tratadas representan una importante fuente de proteína animal de alta calidad para millones de personas, especialmente en el sudeste de Asia. Además, el reciclado directo de la excreta en la acuicultura se practica tradicionalmente en una serie de países asiáticos, entre los cuales están China, la India, Indonesia y Vietnam.

El ejemplo más grande del mundo de acuicultura con aguas residuales tratadas es el sistema de humedales de Calcuta, localizado inmediatamente al este de la ciudad (Edwards y Pullin 1990). Los humedales reciben alrededor de 550,000 metros cúbicos de aguas residuales sin tratamiento, los cuales fluyen a través de 3,000 hectáreas de estanques construidos en el área de los humedales. La producción anual asciende a 13,000 toneladas (principalmente Carpa Mayor y Tilapia), que son surtidas al mercado central de Calcuta y se consumen en su área de influencia.

Los desagües de los aguas residuales marinos son otros ejemplos de autopurificación. Las aguas de desecho en bruto y previamente tratadas pueden ser descargadas en aguas costeras, las cuales sean suficientemente profundas y dinámicas para alcanzar su apropiada dilución, y con tiempos de viaje prolongados de los patógenos a las áreas sensibles. Se requiere una tubería de desagüe larga, junto con un difusor al final, que haga la descarga a cierta profundidad. Sin embargo, un conocimiento sólido de la morfodinámica de las aguas costeras es esencial para diseñar correctamente el desagüe costero.

3.2.5 Paso 4b: Opciones de reciclado y valoración del desecho

Si bien debe considerarse el uso de la capacidad de limpieza de los sistemas naturales, el reciclado de las aguas residuales y sus productos debe también considerarse. Un problema principal del tratamiento de aguas residuales es que el resultado obtenido después del tratamiento no se reconoce ampliamente como un producto valioso. Esto puede explicarse en particular porque muchos sistemas de tratamiento de “bajo costo” no reciben buen mantenimiento y a un momento dado se vuelven inactivos. Si el proceso de tratamiento mismo, y además el efluente purificado, generaran productos valiosos, se crearía un importante incentivo para optimizar la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento. Hay numerosos ejemplos de reciclado efectivo o recuperación de recursos del agua lograda en los llamados *sistemas integrados*.

Características de las opciones de reciclado

Los sistemas integrados combinan procesos y prácticas para optimizar el uso de recursos al reciclar desechos, para recuperar y reciclar energía, nutrientes y probablemente otros componentes. La conversión de los procesos para diferentes fuentes de desecho se arreglan de manera que se requieran insumos mínimos de energía externa y materia prima, y se alcance la mayor autosuficiencia.

En el Asia rural, los sistemas integrados son un concepto antiguo que ha sido aplicado durante cientos o probablemente miles de años. En China, por ejemplo, hay enormes granjas que son casi totalmente autosuficientes en términos de energía y nutrientes debido al reciclaje efectivo de sus caudales de desecho. Los Cuadros 3.2 y 3.3 presentan algunos ejemplos de reciclado efectivo y valoración de los desechos, y sistemas de bajo costo y de uso de suelo intensivo que podrían ser atractivos, especialmente para países de bajos ingresos y de ingresos medios. La aplicación de conceptos integrados brinda un buen balance entre el uso de recursos, reciclado y protección ecológica.

Cuadro 3.3 INGENIERÍA ECOLÓGICA. TRATAMIENTO BASADO EN LENTEJA ACUÁTICA Y RECUPERACIÓN DE RECURSOS EN BANGLADESH.

Los estanques de estabilización para el tratamiento de aguas residuales pueden ser modificados por el uso de macrofitos acuáticos tales como la Pistia, el jacinto de agua o la lenteja acuática. El tratamiento de aguas residuales basado en la lenteja acuática se ha introducido con éxito en una serie de países. En Bangladesh, por ejemplo, una ONG local, PRIM- Bangladesh, durante más de diez años ha operado un estanque basado en lenteja acuática para tratar el aguas residuales doméstico (Gijzen e Ikramullah 1999). La biomasa de lenteja acuática rica en proteína (lemnácea) se cosecha diariamente y se alimenta a los estanques de peces adyacentes, los cuales rinden una producción anual de pescado de 12 a 16 toneladas por hectárea. Durante los últimos cinco años de operación, el sistema a generado un beneficio anual de casi \$2,000 dólares americanos por hectárea. En comparación, el máximo beneficio anual de la producción de arroz en Bangladesh se calcula en \$1,000 USD a \$1,400 USD por hectárea. Una evaluación financiera detallada del tratamiento de aguas residuales y de las instalaciones para la acuicultura sugiere que este es probablemente el primer sistema que es capaz de generar una ganancia neta del tratamiento de aguas residuales doméstico. Esto es posible gracias a que el tratamiento de bajo costo está combinado con la acuicultura que genera ingresos.

Para evitar que los componentes tóxicos contaminen los bio-sólidos o los lodos, los componentes deben retenerse en la fuente los más que sea posible. Los bio-sólidos limpios resultantes podrán entonces ser utilizados en la agricultura para mejorar la estructura de la tierra y como fertilizantes.

3.2.6 Paso 5: Tratamiento convencional

Después de que se hayan considerado y rechazado todas las opciones descritas anteriormente, ha de considerarse el uso de sistemas convencionales. El desarrollo del

concepto de manejo convencional “occidental” se originó en el siglo XIX con los objetivos principales de prevenir enfermedades relacionadas con el agua. Esto se ha logrado seleccionando recursos de agua limpia y desarrollando sistemas efectivos para el tratamiento y la distribución del agua potable. Consecuentemente, se usan grandes volúmenes de agua potable para transportar los desechos humanos fuera de la ciudad. Desde la introducción a gran escala de la infraestructura de abasto de agua y sistema de colección, las ciudades en los países con un alto producto interno bruto han estado básicamente libres de enfermedades relacionadas con el agua.

Los sistemas de recolección y el desecho de aguas convencionales:

- Tienen como objetivo el control de la transmisión de enfermedades relacionadas con el agua, y prevenir la degradación del ambiente
- Requieren de grandes volúmenes de aguas residuales diluídas, recolectadas por sistema de colección de gran extensión y tratadas en instalaciones modernas y centralizadas
- Requieren grandes inversiones, personal altamente calificado y condiciones socioeconómicas estables
- Pueden incrementar el riesgo de transmisión de enfermedades relacionadas con el agua si la recolección de las aguas residuales no se combina con tratamiento efectivo al final del desagüe

Los planes nacionales de todos los países en desarrollo plantean la importancia de incrementar la cobertura de abastecimiento de agua segura a la población, y las agencias donantes y los bancos de desarrollo promueven ese objetivo y brindan apoyo. Después de que se ha logrado brindar servicios centralizados de agua segura a la población, es poco probable que se tengan los recursos financieros suficientes para asegurar la recolección y el tratamiento adecuado del aguas residuales antes de que se descargue a los cuerpos de agua cercanos. Consecuentemente, los desechos sanitarios (excreta) que previamente se contenían y se trataban usando tecnología *in situ* (tales como los pozos o excusados de composta) probablemente aparezcan como contaminación por aguas residuales en los recursos hidráulicos cercanos. Dependiendo de la capacidad de acarreo de esos recursos hidráulicos, esto puede amenazar seriamente el ambiente y la salud de los usuarios y de las comunidades río abajo.

La Tabla 3.2 ofrece una vista panorámica de las opciones convencionales de tratamiento. Véase Metcalf y Eddy (1991) y Viessman y Hammer (1993) para una descripción detallada de estas metodologías.

Las economías de escala pueden tener un papel en el diseño del manejo y la infraestructura de aguas residuales. Esto es así dadas las características físicas y técnicas de la tecnología de tratamiento y del agua contaminada. El incentivo consecuente para centralizar la capacidad de las plantas de tratamiento se balancea aumentando los costos de transportar el aguas residuales grandes distancias. La planeación del tratamiento de aguas residuales basada en los límites administrativos de las pequeñas municipalidades sólo muy rara vez tienen sentido. Por otra parte, la cooperación entre municipios u otros niveles de gobierno local crea importantes ganancias financieras y ofrece opciones más fuertes donde todos ganas, que en cualquier otro sector. Las plantas de tratamiento grandes que dan servicio a

más de 300,000 personas pueden también invertir en tecnología y bajar sustancialmente los costos operativos por mantenimiento, energía y desecho de lodos. Por ejemplo, sólo las plantas grandes pueden invertir en reactores para la digestión de lodos con recuperación de gas metano y generadores movidos por gas. Se puede generar la suficiente energía eléctrica para abastecer toda la energía requerida por la planta, lo cual a menudo el mayor gasto operativo recurrente. De manera similar, tiene a menudo sentido técnico, y por tanto financiero, combinar los flujos de aguas residuales domésticas y la mayor parte de las industriales (aquellas que no estén muy contaminadas y hayan sido previamente tratadas).

Tabla 3.2 CLASIFICACIÓN DE PROCESOS COMUNES Y AVANZADOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Primarias	Secundarias	Terciarias	Avanzadas
Tamiz de barra o de arco (preliminar)	Lodos activados	Nitrificación	Tratamiento químico
Sedimentación primaria	Aereación extendida	Des-nitrificación	RetroOsmosis
Cominución	Laguna ventilada	Precipitación química	Electrodialisis
Flotación	Filtro de goteo	Desinfección+Filtración+Remoción -P	Absorción por carbón
Ecuilibración del flujo	Bio-discos rotativos	biológica	Intercambio de iones selectivo
Neutralización del PH	Tratamiento anaeróbico	Humedales construidos	Hiperfiltración
Tanque de Imhoff	Estanques de estabilización	Acuicultura	Oxidación
	Humedales construidos		Destoxificación
	Acuicultura Anaeróbico +Aeróbico		

Al quitar los contaminantes de las aguas residuales se producen lodos, los cuales se sujetan a otra serie de tratamientos antes de ser desechados. La digestión anaeróbica es la forma de tratamiento de lodos más comúnmente usada. Los lodos digeridos requieren desecarse antes de ser finalmente desechados. Si presentan concentraciones de metales pesados y orgánicos tóxicos por debajo de los estándares admisibles, el lodo desecado puede aplicarse como complemento del suelo; si las concentraciones exceden esos estándares, los lodos se colocan en rellenos sanitarios o son incinerados. La valoración de la calidad de los lodos requiere un sistema de monitoreo adecuado. Las aguas residuales industriales a menudo contienen contaminantes no bio-degradables y requieren tratamiento físico-químico (coagulación y floculación químicas). Los lodos que se produce a menudo están muy contaminados y no pueden reciclarse.

3.3 Evaluación

La eficacia de una cierta solución tecnológica depende del diseño, las circunstancias físicas, el estado de operación y mantenimiento, y demás. La Tabla 3.3 da los rangos de las capacidades de remoción de ciertas sustancias de las aguas residuales usando las opciones tecnológicas mencionadas en este capítulo. En el futuro, el Centro de Información del PAM servirá como punto de entrada y de referencia para más información sobre estas tecnologías.

El costo de la infraestructura para tratamiento de aguas residuales convencional resulta prohibitivo en la mayoría, si no es que todos, los países en desarrollo. Grau (1994) y Gijzen (1997) calculan que el tiempo requerido por una serie de países de ingreso bajos y medios para alcanzar los estándares europeos de efluentes (20 mg/l BOD, 20 mg/l sólidos suspendidos totales, y 1 mg/l de fósforo total para agua superficial), asumiendo que el 1.5 por ciento del producto interno bruto pudiera invertirse en sistema de colecciones e instalaciones de tratamiento. La Tabla 3.4 resume sus resultados.

TABLA 3.3 CAPACIDADES DE REMOCIÓN TÍPICAS DE VARIOS PROCESOS DE TRATAMIENTOS, CONCENTRACIÓN DE EFLUENTES O EFICIENCIA DE REMOCIÓN (ADAPTADO DE NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1993; UNEP 1998).

	BOD	Sólidos suspendidos	Amoniaco	Fósforo	Coliformes Fecales¹
Tanque séptico	60%	40-70 mg/l	40-60 mg/l	6-7 mg/l	Remoción Log. 1-2.
Tanque séptico + suelo	0-10 mg/l	0-10 mg/l	0-40 mg/l	0-2 mg/l	Remoción Log. 6-7
Lagunas	20-30 mg/l	30-80 mg/l	20-30 mg/l 5-7 mg/l	Remoción 3-5 Log.	
Humedales	5-30 mg/l	5-20 mg/l	5-15 mg/l	0-10 mg/l	Remoción Log. 1-3 .
Tratamiento preliminar (screen)	Remoción de 0%	Remoción de 0-10%	Remoción de 0%	Remoción de 0%	Remoción Log. 0
Tratamiento primario	Remoción de 25-40%	Remoción de 40-70%	Remoción de 0-10 %	Remoción de 0-10%	Remoción Log. 0-1
Tratamiento primario mejorado con tratamiento químico	Remoción de 45-65%	Remoción de 60-82%			
Tratamiento secundario	5-40 mg/l Remoción de 86-98%	5-40 mg/l Remoción de 89-97%	1-10 mg/l	5-10 mg/l	Remoción Log. 1-2
Remoción de nutrientes	5-30 mg/l	5-30 mg/l	0.1-5mg/l	0.1-1mg/l	Remoción Log. 0-1
Desinfección	Remoción 0%	Remoción 0%	Remoción 0%	Remoción 0%	Remoción Log. 5-6

¹ Remoción Log: Factor reducido 10 a 100 veces

La Tabla 3.4 muestra que este periodo excede en mucho la vida económica de una planta de tratamiento (20-30 años) y en muchos casos hasta el de los sistema de colecciones (50-60 años). Así, es poco realista implementar la recolección de aguas residuales convencional en los países en desarrollo para alcanzar estándares de la Unión Europea. Sin embargo, la recolección y el tratamiento convencionales pueden ser factibles en centros urbanos densamente poblados donde el ingreso común es mucho más alto.

TABLA 3.4 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO NECESARIO PARA ALCANZAR ESTÁNDARES EUROPEOS (EU) DE EFLUENTES A UN NIVEL DE INVERSIÓN DE 1.5 DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) (GRAU 1994; GIJZEN 1997).

País	Población (millones)	PIB per cápita En USD	Costo para alcanzar estándares EU (USD)	Años que se necesitan al 1.5% del PIB/año
Bulgaria	8.5	2,210	3,755	113
Egipto	60	1,030	4,000	259
India	935	335	3,750	746
Kenia	29.2	290	4,500	1,034
México	92.1	2,705	3,750	92
Polonia	38.3	1,700	1,230	48
Rumania	23.2	1640	1,422	58

Los asuntos mencionados antes sugieren que la amplia aplicación de los enfoques “occidentales” convencionales para el abastecimiento del agua y el tratamiento de aguas residuales deben ser reconsiderados o vueltos a evaluar antes de aplicarse. Los cambios en el mundo industrializado serán lentos debido a enormes inversiones en la infraestructura que ya se han llevado a cabo en estos países para el abasto, la recolección y el tratamiento, junto con los considerables intereses comerciales en la oferta de tecnología de parte de compañías establecidas. Sin embargo, puede resultar conveniente desarrollar enfoques estratégicos de largo plazo que desemboquen en servicios de agua urbanos sostenibles en dos o cuatro generaciones. La mayor parte de los países de bajos y medianos recursos todavía no han invertido mucho en la infraestructura física para el suministro urbano de agua y aguas residuales; así, podrían beneficiarse a corto plazo al considerar tales enfoques nuevos.

El desafío para las décadas venideras será desarrollar conceptos y procesos integrados para la reducción al mínimo, la recuperación y el reciclaje de materiales de desecho para energía, nutrientes y otros componentes valiosos tanto en ambientes rurales como urbanos en países de altos y de bajos ingresos. Este enfoque brindará una solución más sostenible que el tratamiento ampliamente usado y costoso de tratamiento al final del desagüe. Si las organizaciones relevantes, tales como la Naciones Unidas, el Banco Mundial, los gobiernos

nacionales, las universidades y los centros de investigación pudieran definir programas y planes de acción, se podría responder a este desafío en un periodo razonable con la ayuda de la ciencia y la tecnología modernas.

CAPÍTULO 4: ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL

4.1 Tipos de socios y de organización institucional

La sección 2.2 describió las tareas en relación con la definición de políticas para el manejo de aguas residuales, todas complementarias y cada una con requerimientos de capacidad técnica y de organización institucional específicos. Estas tareas son llevadas a cabo por y con la participación de:

- Los gobiernos nacionales, regionales y locales
- Las organizaciones regionales, tales como las autoridades de las cuencas de los ríos o los consejos del agua
- Los hogares
- Las organizaciones no gubernamentales, tales como las asociaciones de consumidores, los grupos a favor del ambiente y grupos de acción cívica
- Los proveedores profesionales de servicios
- Los operadores del servicio de agua (público y privado)
- Las compañías del sector privado como contaminadores del agua
- Las compañías del servicio privado como entidades beneficiarias

La organización existente entre estos actores depende de las condiciones culturales, sociales, económicas y políticas. Sin embargo, estas condiciones cambian, y así, esta organización cambiará también. Por ejemplo, Inglaterra y Gales pasaron por un cambio fundamental en su organización del manejo del agua porque las Autoridades del Agua existentes, basada en cuencas fluviales, no podían enfrentar las necesidades de financiamiento para dar respuesta a la contaminación del agua. Esto llevó a la privatización de los servicios de agua en 1989 (Cuadro 4.1)

Este estudio de caso ilustra que el manejo sostenible de aguas residuales requerirá una organización institucional cuidadosamente diseñada. En particular, la organización institucional importante requiere de los siguientes elementos (Alaerts 1997):

- *La estructura institucional general.* Deben establecerse nexos con otros sectores relevantes, tales como el desarrollo urbano, el manejo del agua, los desechos sólidos y las políticas industriales, pero también con los sectores que reciben el impacto, tales como son la salud, el ambiente y la agricultura. Al nivel nacional es particularmente importante dar respuesta a todas las funciones sectoriales mediante organizaciones técnicas y otros tipos de organización institucional; esto requiere descripciones de funciones adecuadas, responsabilidad, autoridad y otros medios para llevar a cabo las tareas y evitar la duplicidad de las competencias, vacíos o “puntos ciegos”. Los nexos formalizados o informales entre todas las partes interesadas mencionadas antes, y la integración vertical, se requieren para hacer rendir al máximo la comunicación y la cooperación.
- *Agencias implementadoras.* Esta comprenden las agencias “formales” tales como los departamentos ministeriales, o los departamentos técnicos estatales o municipales (por ejemplo, los departamentos de manejo ambiental, obras públicas, o ingeniería de salud pública), servicios de agua, y agencias de cuencas fluviales, En los niveles muy locales,

pueden incluir organizaciones de la comunidad para el saneamiento en las zonas marginadas.

Cuadro 4.1 CAMBIOS INSTITUCIONALES EN INGLATERA Y GALES

Inglaterra y Gales pasaron recientemente por cuatro fases con organizaciones y estructuras institucionales específicas con respecto al manejo de agua y al control de la contaminación.

Antes de 1972: Los departamentos del gobierno local eran propietarios de a infraestructura de las aguas residuales, las operaban y eran responsables del suministro de agua. Esto llevó a ineficiencias severas, porque cada municipalidad tenía su propia pequeña e ineficaz planta de tratamiento pero carecía de la masa crítica para poder tener capacidad técnica y financiamiento. La regulación del manejo de la calidad del agua descansaba en Inspecciones y en Autoridades de los Ríos (una por cada una de las nueve principales cuencas fluviales).

1972-1982 Para aumentar la escala de las operaciones, todo el manejo de recursos hídricos y manejo del servicio se llevó a una organización para cada cuenca fluvial. Se crearon nueve Autoridades del Agua, supervisadas por los gobiernos locales. Todos los bienes fueron transferidos a las Autoridades del Agua a excepción del sistema de colección urbano, y muchas actividades se unieron, incluyendo el drenaje, el manejo de los ríos y el abasto del agua. Además, la función reguladora se puso bajo el mismo techo. Sin embargo, las organizaciones resultaron demasiado grandes y sin foco preciso, luchaban con conflictos internos de intereses, y no pudieron generar un volumen suficiente de inversión para alcanzar los estándares de calidad ambiental crecientes.

1972-1983 Las Autoridades se orientaron más hacia los criterios comerciales para aumentar su eficiencia y su efectividad. Se pusieron bajo supervisión del Ministerio del Ambiente nacional. Se hicieron las preparaciones para la privatización.

1972-1984 El gobierno vendió los bienes del abasto de agua y de aguas residuales de las Autoridades a inversionistas públicos y privados. Estos servicios regionales privados conservaron su monopolio de sus cuencas fluviales. Las funciones reguladoras y de manejo de la calidad las asumió la Autoridad Nacional de los Ríos, la cual es también responsable del manejo de los ríos, y también la Autoridad Ambiental. La nueva Oficina del Agua se creó como el regulador financiero que asegura que las compañías cumplan las políticas gubernamentales y que no abusen de su monopolio. Se consideró esencial la separación de las funciones operativas y reguladoras.

El funcionamiento de las agencias realizadoras depende de su vocación y de sus medios, del balance acertado entre la toma de decisiones, la autonomía financieras y el rendimiento de cuentas, de la calidad de su liderazgo y de la mezcla de habilidades profesionales de su personal.

- Se requiere *legislación* para determinar la división de responsabilidades y de autoridad, los estándares de funcionamiento, los sistemas de regulación e incentivos, los flujos financieros, y demás. La obligatoriedad legal puede también surgir del derecho internacional. Por ejemplo, las convenciones (acuerdos vinculantes entre los gobiernos) operan en varias de las regiones del Programa Regional de los Mares del PNUMA. En una región, el Gran Caribe, se adoptó un protocolo en 1999 que se dirige específicamente a las aguas residuales municipales, obligando a los países miembro a dar respuesta al problema de manera gradual y con un calendario acordado.
- *Las herramientas reguladoras y los sistemas de incentivos.* Este tipo de organización institucional consiste en procedimientos acordados. Típicamente la mezcla de los sistemas de regulación y de incentivos (“garrotos y zanahorias”) es lo más efectivo. Los sistemas de incentivos son especialmente relevantes porque a menudo tiene la mayor influencia en el comportamiento de la gente o de una industria. Los incentivos positivos incluyen subsidios, acuerdos de financiamiento conjunto, deducciones fiscales para promover la construcción de servicios de aguas residuales. Los incentivos financieros negativos incluyen tarifas, cargos, y multas para desalentar la producción de sustancias potencialmente contaminantes, reducir el uso de agua, o en general para hacer las alternativas contaminantes más caras que las alternativas no contaminantes. La regulación en los Estados Unidos de Norteamérica primero intentó un enfoque administrativo, pero ahora está complementado por enfoques más flexibles (Cuadro 4.2).
- *Los flujos financieros.* La estructura apropiada de los flujos financiero es particularmente crítica para alcanzar las metas de control de la contaminación. La efectividad general del plan de manejo de aguas residuales depende de llevar a buen término las actividades complementarias por medio de agencias distintas, tales como la de recolección de aguas residuales, la que las trata, y la que regula las descargas. Para cada actividad, la organización financiera debe ser sostenible y los costos deben ser conmensurables con la disposición a pagar. Así, cada actividad principal depende de contribuyentes distintos, entre los cuales están los hogares, las industrias, los gobiernos municipales y los fondos nacionales. Consecuentemente, los flujos de dinero se originan en diferentes sectores, a menudo están manejados por más de una agencia, y deben dirigirse a los diferentes sitios de los costos, que a menudo están localizados en sectores diferentes.

4.2 Diseño de la organización institucional

Antes de modificar la organización institucional, los marcos institucionales existentes deben ser identificados, así como evaluadas sus fortalezas y sus debilidades. La evaluación debería examinar los elementos siguientes: las agencias existentes, su estructura organizacional, funciones, responsabilidades, huecos o traslape de autoridad. La mayor parte de los países tienen grandes agencias del gobierno central, pero en los niveles regional y, específicamente, local, tienen experiencia y capacidad mínimas. Así, el fortalecimiento

institucional debe comenzar con la estructura existente y reconocer que cualquier estructura requiere esfuerzos continuos antes de ser funcional. El marco institucional nacional debe integrarse para asegurar que las agencias centrales, regionales y locales estén conscientes que la coordinación y la cooperación son esenciales cuando se trata de asuntos del sector de las aguas residuales.

CUADRO 4.2 REGULACIÓN Y TRATAMIENTO EN LOS ESTADO UNIDOS DE NORTEAMERICA (EE.UU.) (ADAPTADO DE MARIÑO Y BOHLAND 1999)

El “Clean Water Act” federal de 1971 gobierna las políticas actuales de los EE. UU. Se caracteriza por estándares nacionales estrictos y procedimientos de “comando y control”, respaldados por una vigorosa aplicación de la ley. Utiliza tanto estándares de efluentes basados en tecnología como estándares de calidad del agua del ambiente para emitir permisos de descarga renovables. Sin embargo, no hay cargos o tarifas asociados a la descarga.

En principio, todos los contaminadores tienen que cumplir las mismas reglas. Por ejemplo, las plantas actualmente tienen que tener tratamiento biológico secundario independientemente de su ubicación. De manera creciente, sin embargo, el cumplimiento total con los estándares basado en tecnologías nacionales está resultando ser financieramente irrealizable en muchas localidades.

La recolección de aguas residuales y la infraestructura de tratamiento son propiedad de y son operados por los gobiernos locales (municipales o del condado) o, frecuentemente, por asociaciones regionales de gobiernos locales. No hay infraestructura de propiedad privada, pero los contratistas privados operan algunos esquemas bajo acuerdos de arrendamiento o concesión. La recuperación de costos es generalmente adecuada, pero en la primera década del esfuerzo por tratar todas las aguas residuales (hasta 1985), los gobiernos estatales y federales pusieron disposición grandes subvenciones para cubrir hasta el 75% de los costos de construcción.

Las debilidades de estas políticas incluyen la rigidez, los costos excesivos que surgen de los estándares uniformes que no reflejan las condiciones locales, la falta de incentivos para la reducción al mínimo del desperdicio, la prevención de la contaminación, o la innovación tecnológica. Están recientemente bajo consideración modificaciones varias maneras de enfoques de las cuencas fluviales, enfoques localizados, el incremento de la participación y el control local, y brindar maneras más flexibles para que los contaminadores logren cumplir.

Una serie de criterios de diseño pueden ser ideados para la organización institucional en el manejo de aguas residuales:

- “*solidaridad en la cuenca fluvial*”. Esto requiere crear las organizaciones apropiadas, y otras instituciones dedicadas a:
 - (i) Fortalecer el sentido de solidaridad y cooperación entre la gente de una cuenca fluvial

- (ii) Asegurar que todas las parte interesadas en el uso del agua, incluso los intereses ecológicos en el río, sean reconocidos y tengan voz
 - (iii) Fijar metas y prioridades a largo plazo
 - (iv) Recaudar contribuciones financieras factibles para todos los habitantes (usuarios y contaminadores del agua) que puedan asignarse a un programa de inversión gradual.
- *Reglamentación flexible.* Los reglamentos, si se vigila adecuadamente su cumplimiento, pueden servir a una serie de propósitos, pero a menudo viene con costos de oportunidad escondidos si no se toman en cuenta las circunstancias locales y las oportunidades para sinergia. Muchos reglamentos para el control de la contaminación podrían estar mejor formulados para que los reguladores locales y los contaminadores puedan concebir soluciones costo-efectivas. De esta manera, el gobierno se posiciona como facilitador, como una garantía de que las metas serán alcanzadas, más que como el realizador de la política. Los reglamentos más flexibles típicamente incluyen:
 - Instrumentos basados en el mercado y financieros
 - Auto-regulación. Acuerdos, negociados entre los gobiernos y los contaminadores (tales como las industrias y las municipalidades) que fijan metas a mediano y largo plazo pero dejan los detalles de la realización a los propios contaminadores
 - Regulación informal: el interés público en la calidad ambiental aumenta la presión para que los contaminadores cumplan con los reglamentos.
 - *Estrategia a mayor plazo y más amplia.* Los altos costos involucrados en el manejo integral del manejo de las aguas residuales (capítulo 1) requieren que se identifiquen las sucesivas prioridades y que se hagan las inversiones en etapas y el fortalecimiento institucional gradual. Tales estrategias deberían extenderse a lo largo de varias décadas y deberían buscar su sostenimiento y economías de escala mediante la negociación acuerdos cooperativos. Por ejemplo, con las ciudades en expansión rápida, vale la pena planear antes de que un área se convierta en un barrio con mucha actividad y muchos intereses comerciales, pero sin el tratamiento de aguas residuales adecuado. El cuadro 4.3 da un ejemplo de planeación a largo plazo e integración con la planeación del uso del suelo.
 - *Distinción entre las tareas del “operador”, el “regulador” y el “propietario”.* Es aconsejable separar estrictamente las funciones de regulación y supervisión de las descargas de aguas residuales (típicamente el papel de una agencia ambiental) y la función de alcanzar los estándares (típicamente el papel de una municipalidad, una agencia técnica relacionada o de un servicio). De manera similar, se debe distinguir entre “propietario” y “operador”. Aunque las municipales pueden estar investidas con la responsabilidad y la autoridad para recolectar y tratar las aguas residuales, y por ello “ser propietarias” de las aguas residuales, pueden escoger delegar partes de las tareas operativas a empresas privadas o a otras agencias públicas (ver capítulo 5).

CUADRO 4.3 INTEGRACIÓN CON LA PLANEACIÓN DEL USO DEL SUELO

En un programa financiado por el Banco Mundial en China para la recolección y el tratamiento de aguas residuales en las ciudades a lo largo del río Yang-Tze, la propuesta original para recolectar y tratar ampliamente las aguas residuales municipales tuvo que ser alterado sustancialmente debido a preocupaciones acerca de su factibilidad técnica y financiera. Las aguas residuales contenían demasiados componentes de origen industrial que impedirían seriamente la operación normal de una planta de tratamiento. La propuesta a la que se llegó, de costo menor, implicaba:

(1) reubicación de las principales fábricas a nuevos estados industriales; (2) brindar tecnologías limpias donde fuera posible, así como el tratamiento especializado de las aguas residuales industriales para remover todos los componentes nocivos; y (3) recolectar principalmente las aguas residuales domésticas y no tóxicas en el alcantarillado y después, tras un tratamiento mecánico simple, descargarlo al río. El tratamiento completo de las aguas residuales domésticas fue considerada una segunda prioridad dada la gran capacidad de dilución del Yang-Tze.

- *Sinergias.* La organización óptima de las instituciones encargadas de las diversas funciones de control de la contaminación está determinada en parte por la existencia de sinergias con instituciones existentes o nuevas que a su vez dependen de las características hidrológicas, y otras características, del país. En los Estados Unidos de Norteamérica, por ejemplo, la mayor sinergia se encontró al combinar todas las funciones reguladoras y de manejo en una agencia ambiental, la Agencia de Protección del Ambiente, mientras que las operaciones se quedaron en el nivel municipal. En Francia, la sinergia entre el manejo de la cantidad y la cualidad del agua se encuentra en las agencias de las cuencas fluviales, mientras que las operaciones con aguas residuales permanecen en manos municipales. En los Países Bajos, la sinergia se consigue asignando la tarea del tratamiento de aguas residuales a los consejos del agua (Véase tabla 4.1. En algunas situaciones, el manejo de la infraestructura de aguas residuales se fusiona con otros servicios, tales como el suministro de agua, de energía o de transporte público, como una empresa de la ciudad (como, por ejemplo, en Alemania y Colombia).
- *Hacer cumplir, rendición de cuentas y transparencia.* El diseño de las tareas como la supervisión de la calidad del agua, emitir licencias de descarga, recolectar cargos o multas, y el manejo operativo de la calidad del agua debe tomar en cuenta qué tanto pueden ponerse en vigor. Es importante mantener el escrutinio público de las organizaciones que sirven propósitos tales como el manejo de las aguas residuales para mantenerlos eficientes y efectivos. La rendición de cuentas a (los diferentes intereses del) público y otras partes interesadas se puede institucionalizar en las organizaciones, ajustando sus rutinas de trabajo a este propósito o solicitando por ley que se sometan a auditorías públicas o que divulguen su información crítica.

TABLA 4.1 ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA LAS DIFERENTES FUNCIONES DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN CINCO PAÍSES

		Región Bélgica/Flandes	Francia	Indonesia	Países Bajos	EE.UU
Política		Nacional: Políticas amplias. Regional: Políticas específicas para las regiones	Nacional: Políticas amplias. Cuencas de río y regiones: políticas específicas para las regiones	Nacional: Políticas amplias. Cuencas fluviales y regiones: Políticas específicas para las regiones.	Nacional: Políticas amplias. Provincias y Consejos del agua: políticas específicas para las regiones.	Nacional: Políticas amplias. Estados y condados: Políticas específicas de las regiones.
Reglamentación		Nacional: Estándares generales Agencia Flamenca para el Medio Ambiente: aplicación local; supervisión. ONGs y prensa activas	Nacional: Estándares generales. Cuencas fluviales: aplicación local; supervisión. Partes interesadas representadas en el <i>Parlamento del Agua</i> de las agencias de las cuencas de río. ONGs y prensa activas.	Nacional: Estándares generales. Cuencas fluviales: Aplicación y supervisión local.	Nacional: Estándares nacionales. Instituto Nacional del Agua del Territorio y Consejos del agua aplicación local y supervisión. Las partes interesadas representadas en los consejos del agua. ONGs y prensa muy activas.	Nacional: Estándares generales y supervisión general de la aplicación de USEPA ³ . Estado (Depto. del Ambiente o equivalente): Aplicación local y supervisión de su aplicación. ONGs y prensa activas.
Manejo operativo de iniciativas de saneamiento peri-urbano		Agencias y corporaciones municipales o regionales	Municipalidades y asociaciones inter-municipales	Municipalidades y regencias	Municipalidades y agencias regionales de la vivienda.	Municipalidades y asociaciones inter-municipales.
Manejo operativo de la infraestructura pública para las aguas residuales	Sistema de colección	Municipalidades	Municipalidades y asociaciones inter-municipales ¹ .	Municipalidades.	Municipalidades.	Municipalidades y asociaciones inter-municipales.
	Plantas de tratamiento y estaciones de bombeo	Planes, inversión, financiamiento, construcción: compañía mixta AQUAFIN ² . Operación: Agencia Flamenca para el Medio Ambiente	Municipalidades y asociaciones intermunicipales ¹ . Planes y co-financiamiento: agencias para las cuencas fluviales	Municipalidades.	Consejos del agua	Municipalidades y asociaciones inter-municipales. USEPA puede co-financiar la inversión.
Manejo operativo de la calidad del agua		Agencia Flamenca del Medio Ambiente	Agencias para las cuencas fluviales	Agencias para las cuencas fluviales de ríos específicos.	Consejos del agua.	Departamento Estatal del Ambiente o equivalente; donde existe: Agencia fluvial.

¹ En alrededor de la mitad de los casos, operados por compañías privadas bajo contratos de *concesión* o *arrendamiento* con el gobierno local, el cual mantiene la *propiedad* de la infraestructura y la autoridad regulatoria final. En otros casos, tanto la propiedad como la operación están dentro de departamentos del gobierno local.

² AQUAFIN está registrada como una compañía privada de construcción; el 51% de sus acciones las tienen distintos niveles de gobierno, y el resto el sector privado, incluyendo alrededor de una tercera parte del servicio inglés Severn-Trent. Los costos de AQUAFIN se recuperan mediante pagos de la Agencia Flamenca del medio Ambiente (tarifas) y subsidios de los gobiernos regionales.

³ Agencia de los Estados Unidos de Norteamérica para el Medio Ambiente. .

La transparencia en lo que concierne a los objetivos, las metas y el funcionamiento de la organización, a la luz de ciertos parámetros, y en lo que concierne a las finanzas, es esencial para permitir que el público valore la efectividad de las organizaciones y, de ser necesario, solicite acción remediadora. La transparencia y el acceso a la información son esenciales en la rendición de cuentas; la efectividad de esta transparencia depende del acuerdo sobre los procedimientos internos detallados.

- *Competencia.* Los sistemas de manejo de aguas residuales presentan características monopólicas muy fuerte, más fuertes aún que la distribución del agua. No hay, virtualmente, ningún ámbito para introducir la competencia en tales sistemas. La experiencia muestra que los proveedores directos de los servicios de aguas residuales gubernamentales típicamente carecen de la competitividad o de la presión reguladora necesaria para estimular su funcionamiento eficiente. Ya sea una oficina de gobierno o una empresa pública, los proveedores gubernamentales trabajan bajo el régimen de empleo del servicio civil, las disposiciones gubernamentales para las compras y los presupuestos gubernamentales que dan pocos alicientes para una operación altamente eficiente. La introducción de los efectos benéficos de la competencia puede alcanzarse mediante la adopción o amenaza de contratos de asociación sector público-sector privado. Esto no llevará a la competencia “perfecta”, pero puede promover muchos de los efectos benéficos de la competencia. La competencia puede ser vista cada vez más entre los operadores del sector privado, y entre los sectores privado y público.
- *Equilibrio económico a largo plazo.* La inversión, el mantenimiento y los costos de operación de virtualmente todos los sistemas de manejo de aguas residuales son muy altos. Además, dado que gran parte de la infraestructura es invisible, hay una fuerte tendencia a descuidarla. Cuando se descuida, estos sistemas se deterioran muy rápidamente y dejan de llevar a cabo sus funciones correctamente. En consecuencia, es particularmente importante asegurarse de que el equilibrio económico a largo plazo del sistema esté diseñado en la organización institucional misma. Esto se aplica tanto en los contratos de operación pública como en los de asociación del sector privado y el sector público. Es particularmente importante en los contratos de asociación del sector privado y el sector público en los cuales el sector privado ha debido hacer inyecciones de capital importantes e incurre en pérdidas de operación a corto plazo al principio del contrato, corregir una situación de retraso. Estas inversiones y pérdidas operativas deben ser compensadas antes de la expiración del contrato.
- *Devolución y subsidiaridad.* La experiencia con el manejo del agua solicita “la descentralización del manejo del agua al nivel administrativo más bajo que sea adecuado” (OMM 1992). Como regla, los gobiernos nacionales no debieran implementar tareas que puedan ser llevada a cabo más eficientemente o efectivamente por los niveles de gobierno más bajos, aunque se deben asegurar que estas tareas se ejecuten (principio de subsidiariedad). De manera similar, los gobiernos no deben implementar las tareas que puedan ser llevadas a cabo más eficientemente por las empresas privadas o por las comunidades locales. Los gobiernos nacionales han de mantener el control facilitando acuerdos sobre prioridades y estrategias nacionales amplias, y emitiendo y poniendo en vigor los reglamentos generales. El gobierno local tiene responsabilidades claras para alcanzar metas sanitarias, pero debe buscar las maneras más costo-efectivas de implementar este deber.

4.3 Fortalecimiento de la capacidad institucional

Las debilidades en las instituciones o en su organización, en su significado amplio, son una causa importante del funcionamiento deficiente en el sector del manejo de aguas residuales. En 1996 el Simposio del Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sobre el fortalecimiento institucional en el Sector del Agua (Alaerts et al. 1999), concluyó que es insuficiente capacitar mejor al personal y a los estudiantes, cuando la meta es remediar estas debilidades. Más bien, es necesario trabajar simultáneamente en tres elementos básicos:

- La creación de un ambiente favorecedor con políticas definidas y marcos legales
- El desarrollo institucional, incluyendo la participación de la comunidad
- El desarrollo de recursos humanos y el fortalecimiento de los sistemas de manejo

En varios casos puede ser suficiente fortalecer la situación existente, por ejemplo, introduciendo procedimientos y habilidades nuevas o adicionales, como podrían ser la capacidad tecnológica, contabilidad, comunicación con las comunidades locales o mecanismos de recuperación de los costos. En otros, sin embargo, es necesario reformar la organización existente, lo cual puede implicar intervenciones de largo alcance en los marcos administrativos, organizacionales, legales y reguladores.

Las herramientas que pueden ser usadas para fortalecer la capacidad institucional incluyen (Alaerts 1999):

- Capacitación, talleres para resolver problemas y práctica en la aplicación de nuevos principios
- Desarrollo de habilidades y actitudes
- Revisión conjunta y participativa de marcos administrativos, reguladores y legales, con la participación de las partes interesadas, los maestros y los consultores, y la puesta en práctica de los cambios propuestos
- Hacer conjuntos de dos miembros entre organizaciones de pares de regiones diferentes
- Redes dedicadas a la difusión del conocimiento genérico y también al sistema local de conocimientos. Esto puede hacerse en los niveles mundial o regional, tal como lo prevé el mecanismo de información del PAM
- Desarrollar bases de datos y canales de información sobre el manejo
- Educación, programas educativos a distancia y modulares
- Apoyo técnico sobre asuntos de manejo

Desde luego, los programas de fortalecimiento de la capacidad institucional deben estar hechos a la medida y sus prioridades cuidadosamente establecidas para dar respuesta a los problemas locales y a su capacidad financiera.

4.4 Abogacía y conciencia pública

El éxito de los programas de manejo de aguas residuales depende en abogacía efectiva y conciencia pública mediante la información, la educación y la comunicación.

La conciencia pública es sólo un elemento de un proceso de comunicación que incluye (McKee 1992):

- Abogacía: la creación de la conciencia y lograr el compromiso con una causa por parte de quienes toman las decisiones
- Movilización social: el proceso de reunir todos los aliados inter-sectoriales factibles y prácticos para hacer conciencia en el público y para que demande un programa de desarrollo específico
- Comunicación de programas: el proceso de identificar, segmentar y tener como objetivo grupos específicos o audiencias con estrategias, mensajes o programas de entrenamiento particulares.

Más adelante se encuentra un ejemplo de cómo el gobierno de Bangladesh usó el modelo de planeación de la comunicación de McKee para el programa de Saneamiento para Todos, el cual se llevó a cabo de 1993 a 1998 con el apoyo del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Dinamarca y Suiza. La voluntad política, ligada con una inversión de más de 4 millones de USD y el uso de aliados apropiados y efectivos, contribuyó al incremento en el uso de letrinas sanitarias de 10 por ciento a cerca de 40 por ciento de la población.

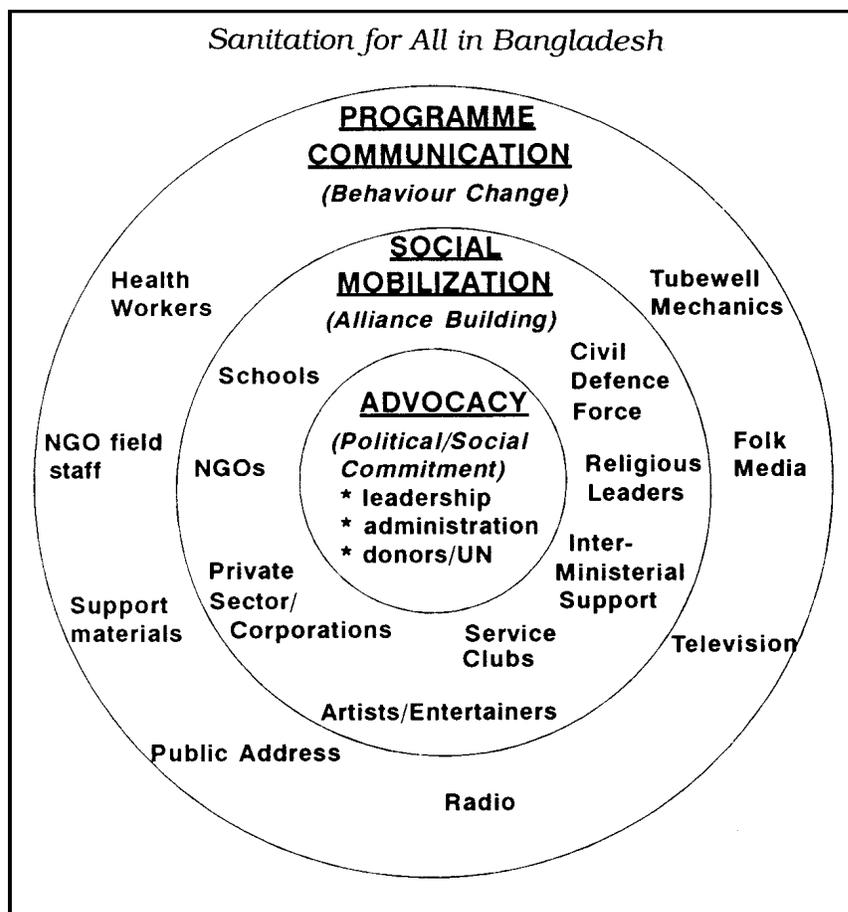


Figura 4.1 MODELO DE PLANEACIÓN DE LA COMUNICACIÓN (MCKEE 1992)

La comunicación para el cambio de conducta es un proceso complicado de acción, reacción e interacción humanas. Implica ver una situación desde el punto de vista de otras personas, y entender qué están buscando. Requiere entender los obstáculos al cambio potenciales, presentar opciones relevantes y prácticas, e informar a la gente sobre los resultados de las opciones que eligen. La comunicación puede ayudar a quienes definen las políticas, al sector privado, y a las personas y a las comunidades comprometidas con los programas, y puede ayudar a prevenir errores costosos.

La gente tiende a cambiar cuando entiende la naturaleza del cambio y lo percibe como benéfico, de manera que haga una elección informada y consciente para convertir tal cambio en prioridad. A menos que sus circunstancias se tomen en cuenta, y que se satisfagan sus necesidades, ningún esfuerzo por promover el cambio tendrá buen éxito. La gente debe ser informada y convencida, o no se siente parte del esfuerzo y puede no estar motivada para cambiar su conducta.

Además del importante papel de los líderes, quienes inician, promueven y coordinan las actividades, hay otros componentes críticos para el éxito, que son “campeones”, tales como el vecindario o el grupo de familias, quienes se apropian de la iniciativa y se comprometen a llevar la iniciativa a buen término. Las actividades de abogacía, movilización social, y comunicación del programa no suceden necesariamente de manera consecutiva. El cuadro 4.4 ilustra que los eventos particulares pueden ser usados para generar mayor conciencia y cambios en la conducta.

4.4.1 Comprender las actitudes y el cambio de conducta

Es de la mayor importancia reconocer que la comprensión del público y sus actitudes con respecto a los sistemas de manejo de las aguas residuales varían significativamente de cualquier otra forma de servicio de infraestructura. La pregunta misma a menudo está sujeta a un tabú efectivo, dado que la gente no quiere reconocer su contribución individual a la generación de las aguas residuales. Además, el sistema es de recolección; no hay un “producto” tangible al que se le pueda asociar un “valor”. La infraestructura es casi completamente invisible y por lo tanto sufre del problema de “ojos que no ven, corazón que no siente”. La gente olvida rápidamente los problemas y las incomodidades que sufrieron antes de que un sistema adecuado se estableciera. Más aún, es muy difícil imponer una sanción por la falta de pago o por el uso que no se sujeta a las normas. Todos estos factores se combinan para presentar un desafío formidable a quienes toman las decisiones políticas, a los planeadores y a los operadores. Este desafío debe tener una respuesta tanto al iniciarse el sistema y a lo largo de la vida del servicio.

4.4.2. Estrategias, enfoques y pasos a seguir

Una estrategia sistemática para la abogacía y para hacer conciencia es necesaria para movilizar a los distintos segmentos de la población para dar apoyo al manejo sostenible de manejo de las aguas residuales. Esto consiste en los siguientes siete pasos, desarrollados a continuación.

1. Identificación de los asuntos que deben abordarse en la estrategia.

La abogacía requiere acuerdo en los asuntos específicos que han de ser abordados en la estrategia. Estos pueden cambiar en el curso de llevar a cabo la estrategia, y pueden ser adaptados a medida que se requiera. En el caso del manejo de aguas residuales, un ejemplo es el reclamo de un río limpio o un lago limpio.

Cuadro 4.4 LA EPIDEMIA DE DIARREA COMO UN CATALIZADOR PARA MEJORAR EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES (FOLEY ET AL. 1999).

En Indonesia, una epidemia localizada de diarrea en parte de Tlogomas en Malang, una ciudad en el Este de Java, llevó a la muerte de cinco niños de familias pobres. Este fue el catalizador para que las mujeres en la comunidad comenzaran a agitar para lograr mejoras en el drenaje y el saneamiento. Hasta ese momento, los niños pequeños todavía defecaban en los drenajes abiertos que rodeaban los caminos, haciendo las condiciones de vida tanto desagradables como antihigiénicas. Muchas familias todavía usaban el río como su excusado. La expresión abierta del interés de las mujeres llevó a un grupo de seis familias a dar inicio a una acción comunitaria para superar el problema. La cabeza de la asociación del vecindario buscó información sobre sistemas de saneamiento y la solución que se eligió fue construir un sistema de colección comunitario. El grupo de familias comenzó reuniendo sus propios y limitados recursos, y después se organizó con sus vecinos para recabar más fondos, adquirir materiales, y comenzar la construcción del sistema.

2. Evaluar la situación prevaleciente

Esta evaluación puede enfocarse en los distintos sistemas que funcionan para la recolección y la eliminación de desechos humanos y el desecho y el tratamiento de aguas residuales. Puede hacerlo en toda la ciudad un miembro del personal del gobierno, pero también puede hacerse al nivel del vecindario, cubriendo sólo una parte de la ciudad. Puede involucrar a las principales partes interesadas, tales como el sector privado, las autoridades del nivel de la comunidad, y las comunidades. La evaluación en sí misma puede ser una herramienta poderosa para hacer conciencia en el público, ya que confronta a las autoridades locales y a las comunidades y a la gente con la realidad de la situación prevaleciente, y les muestra el impacto ambiental de la ausencia de un sistema de colección (Cuadro 4.5).

3. Evaluar el conocimiento, las actitudes y las prácticas prevalecientes

También es necesario evaluar cuál es el conocimiento, las actitudes, las prácticas y la cultura tradicional en lo que se refiere al manejo de aguas residuales. Como lo demuestra el siguiente componente, la audiencia que ha de abordarse debe estar segmentada para que los mensajes orientados a una meta puedan ser desarrollados y comunicados. Sin embargo, los mensajes deben estar basados en el conocimiento, las actitudes y las prácticas prevalecientes, para poder ser relevantes y para determinar qué es posible en el futuro. Como con el perfil ambiental, la participación de distintas partes interesadas en esta evaluación puede ayudar a convertirse en una actividad de concientización en sí misma.

Cuadro 4.5 LA PREPARACIÓN DE UN PERFIL AMBIENTAL COMO UNA HERRAMIENTA DE CONCIENCIA PÚBLICA (UNCHS AND UNEP 1999).

La preparación de un perfil ambiental es la clave de las actividades en la primera fase del primer programa de Ciudades Sostenibles del UNCHS (Habitat). Sus objetivos son identificar y clarificar los asuntos ambientales, involucrar a las principales partes interesadas, y establecer prioridades en los asuntos que se han de tratar mediante el proyecto. Primero ofrece una panorámica sistemática de las actividades del desarrollo urbano y cómo interactúan con los recursos ambientales de la ciudad. Después, el perfil ambiental da apoyo al proceso de identificar y movilizar a las partes interesadas, tanto como un recurso de información relevante como mediante el proceso de su preparación.

4. Conducir investigación sobre la audiencia y su segmentación

La segmentación de las audiencias y sus necesidades de comunicación es esencial para la comunicación efectiva. Sin comprender las diferencias entre varios segmentos de la audiencia meta, es difícil diseñar mensajes efectivos para promover el cambio. Mientras que los temas generales son los mismos, la sintonía fina del contenido del mensaje, la opción de mezcla de medios, y el diseño y la presentación de los mensajes variará dependiendo de las características de los segmentos de audiencia identificados. Al final, la estrategia de comunicación debe comprender a todas las partes interesadas y a todas las secciones de las sociedades. A corto plazo, las metas prioritarias deben ser aquello que toman e influyen en las decisiones, tales como quienes definen las políticas, los profesionistas del sector, el personal de los gobiernos locales y los usuarios y las comunidades. Generalmente el gobierno local tiene que hacerse responsable de la acción y tomar un papel de liderazgo.

5. Encontrar los incentivos adecuados

Es poco realista esperar que las partes interesadas de los diferentes niveles estén interesadas en mejorar el manejo de las aguas residuales si no perciben que se beneficiarán. Encontrar los incentivos adecuados puede servir de mucho para movilizar a la gente para interesarse en el manejo de las aguas residuales. Obviamente, los incentivos serán diferentes para las partes interesadas en los niveles diferentes. Sin embargo, es necesario encontrar los incentivos adecuados para cada grupo meta.

En el nivel nacional, estos incentivos pueden incluir:

- Beneficios económicos de una población (más) sana
- Beneficios socioeconómicos de un ambiente sano (situaciones donde “todos ganan”)
- Elevarse a un buen “nivel” de estadísticas internacionales sobre salud o ambiente
- Publicidad como un buen ejemplo en foros internacionales, y en medios y en literatura especializada internacionales.

En el nivel municipal, estos incentivos pueden incluir:

- Elecciones para el pueblo con saneamiento del año

- Acceso a capacitación (regional) para los ingenieros municipales o para las industrias que ganen la elección
- Fondos complementarios para la recuperación de los costos

En el nivel de la comunidad, estos incentivos pueden incluir:

- Reducción de los riesgos a la salud
- Ambiente mejorado para vivir (y para la recreación)
- Tenencia
- Acceso a otros servicios (electricidad o mayor abasto de agua)
- Beneficios financieros (porque pueden trabajar en n sector que depende de un recurso de agua, o beneficiarse de reciclar los desechos) (Véase el cuadro 4.6).

Cuadro 4.6 DISPOSICIÓN A PAGAR PARA UN LAGO OHRID LIMPIO EN MACEDONIA

En Macedonia, el lago Ohrid es considerado uno de los lugares más hermosos en el país. Es también el destino turístico más popular para el pueblo de macedonia, y solía ser también un centro turístico internacional también. Bajo el grito de “Conserven el Lago Ohrid limpio”, la gente cobró conciencia de la necesidad de mantener limpio el lago. Además, fueron movilizados para pagar para la construcción de un colector para prevenir que las aguas pluviales se drenaran directamente al lago, y para la construcción de un sistema de colección. Dado que el beneficio a todos los usuarios directos era claro -asegurar que el lago siguiera siendo una atracción turística y una fuente de ingreso para la mayor parte de los residentes- la gente estuvo dispuesta a pagar. Hoy en día pagan los cargos de agua y colección más altos del país. Sin embargo, cuando se les preguntó si estarían dispuestos a pagar más para asegurar el sostenimiento del servicio de agua a un plazo mayor, contestaron que no. Por el momento, perciben que el servicio es suficiente, y por lo tanto no tienen incentivos para hacer mayores mejoras.

6. Establecer metas comprobables

La abogacía requiere acuerdos sobre metas operativas específicas que sean realistas y alcanzables en un periodo específico. Por ejemplo, una meta como aumentar el tratamiento de las aguas residuales en el mundo en desarrollo del nivel actual de menos de 10 por ciento a 75 por ciento para 2010 claramente no es alcanzable, ya que esto requeriría financiamiento que simplemente no está disponible, y el compromiso político con esta causa no existe. Es mejor involucrar alas principales partes interesadas en fijar las metas y en desarrollar y acordar indicadores comprobables. El cuadro 4.7 describe un ejemplo de Colombia.

7. Construir alianzas

Una vez que estas metas estén definidas, el siguiente paso es identificar y movilizar a los socios potenciales. Si hay antagonistas, las razones de su antagonismo tienen que ser identificadas, junto con las condiciones que puedan convertir su antagonismo en apoyo. Se debe dar un acercamiento con cada parte interesada conectada con el manejo con el manejo

de aguas residuales, incluyendo a los cuerpos legislativos, las ONG, las industrias, los líderes religiosos, los medios y los grupos comunitarios y de profesionistas. Todos estos grupos son importantes por su apoyo político y financiero.

Cuadro 4.7 LA INICIATIVA DE CONLOMBIA PARA CARGOS POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA (WORLD BANK 1999)

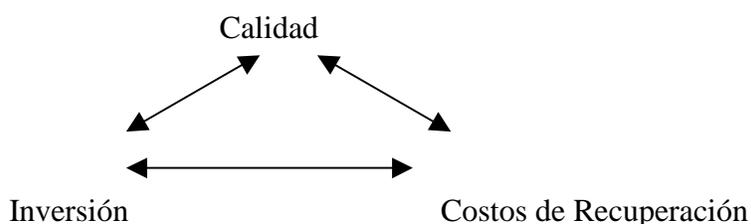
De acuerdo con un estudio del programa de Nuevas Ideas sobre la Regulación de la Contaminación del Banco Mundial, Colombia ha alcanzado resultados significativos en la reducción de la contaminación. Después de que había fallado el enfoque de “comando y control”, las partes interesadas participaron en la negociación de las metas para la reducción de la contaminación.

El sistema industrializado del país para poner en vigor y vigilar los estándares de emisión por la vía del monitoreo activo y las multas penales por falta de cumplimiento resultaron ser demasiado abrumadoras y costosas para ser implementadas en Colombia. En vez de ello, el Ministerio del Ambiente introdujo cargos iniciales en la demanda biológica de oxígeno (DBO) y los sólidos suspendidos totales (SST) logrando que las principales partes interesadas (industrias, municipalidades y comunidades) negociaran las metas para la reducción de la contaminación del agua para un periodo de cinco años. La base de la tarifa del cargo aumentaría de manera gradual hasta que el contaminador alcanzara las metas requeridas durante este periodo. Y 33 agencias ambientales en Colombia pondrían en efecto los cargos. El Ministerio decidió lanzar el programa en el área ambientalmente sensible de la cuenca de Río Negro cerca de Medellín porque la agencia regional, CONARE, era efectiva en el manejo de la política ambiental y tenía una buena relación de trabajo con partes interesada clave. En el primer semestre tras la realización de los cargos, CONARE documentó una baja de 28 por ciento en la contaminación de DBO de las fuentes industriales en la cuenca de Río Negro. Esto era más de la mitad del camino hacia la meta de reducción de 50 por ciento acordada en las negociaciones.

CAPÍTULO 5: OPCIONES DE FINANCIAMIENTO

5.1 Introducción

Las inversiones en sistema de colección y aguas residuales son intensivas en capital. Los costos para operar y mantener estos sistemas a menudo son más altas que la depreciación anual de la inversión, y sólo algunos países (desarrollados) en el mundo logran recuperar todos los costos directamente de sus consumidores mediante cargos a los usuarios. El problema fundamental en los programas de financiamiento para las aguas residuales es que los países de bajos y medianos recursos no pueden sufragar los costos de las soluciones convencionales con base en la ingeniería.



En el corazón de cualquier sistema de manejo de aguas residuales sostenible está el desafío de balancear tres aspectos críticos y relacionados entre sí: calidad, inversión y recuperación de costos. Los estándares objetivos para la calidad del agua y los niveles meta para el manejo de aguas residuales deben definirse primero. Estos estándares deben entonces determinar la inversión que se requiere. Finalmente, el nivel de inversión, con sus costos operativos y de mantenimiento determina los costos que deben ser recuperados. Estos costos pueden recuperarse a través de tarifas o a través de impuestos, o por una combinación de estos mecanismos. La recuperación de costos a su vez determina el nivel de servicio que puede brindarse y los objetivos asociados sobre la calidad del agua. Este sistema estrechamente relacionado puede ir transformándose a lo largo de un periodo largo, de manera que a medida que se incrementa la recuperación de costos, el servicio brindado también mejore.

Reconocer las diferentes necesidades de los diferentes usuarios, y seleccionar la solución técnica e institucional que esos usuarios están dispuestos a pagar y pueden pagar, son requisitos previos a la optimización de los ingresos. El costo del manejo de las aguas residuales puede ser influida por la tecnología escogida. Las técnicas tales como el tratamiento *in situ*, el uso de sistemas naturales, el reciclaje, y otros aspectos técnico tales como los sistemas en condominio, como los descritos en el capítulo 3, pueden minimizar los fondos requeridos para la inversión y la operación.

Hay nuevas maneras de financiar las inversiones requeridas, tanto al nivel de los hogares como en los niveles de la ciudad y de la cuenca (fluvial) según sean las circunstancias prevalecientes. Los mercados financieros internacionales pueden participar en financiar varias combinaciones de financiamiento de deuda y de acciones. Una tendencia promisoriosa en el mundo en desarrollo consiste en transferir parte de las responsabilidades de manejo de la infraestructura a socios privados para aportar capital así como para el tipo de

aportaciones que son típicamente virtudes del sector privado como son la capacidad gerencial, la eficiencia operativa, y el acceso a los mercados de capital. La sección 5.5 describe una serie de tales métodos.

5.2 Mecanismo para la recuperación de costos

Varios mecanismos de recuperación de costos o instrumentos económicos pueden aplicarse para cubrir (cuando menos) los costos operativos del saneamiento urbano y del tratamiento de aguas residuales. Estos incluyen cargos a los usuarios directos, cargos por efluentes, e impuestos indirectos locales. Los cargos altos a los usuarios pueden motivar a las industrias a tratar sus flujos de aguas residuales para asegurarse de que son adecuados para descargarse en las aguas superficiales. Sin embargo, las altas tarifas pueden inducir descargas (ilegales) fuera del sistema de aguas residuales. En algunos países, los costos generales del manejo de aguas residuales (entre los cuales está el tratamiento de las aguas) en una cuenca fluvial se comparten entre los usuarios y los contaminadores. Poner en vigor estos mecanismos requiere un sistema de recaudación de ingresos eficiente; hacer conciencia de que la gente paga por un servicio que se le brinda, y no una multa por deshacerse de los desechos, puede ayudar a la recaudación eficiente.

5.2.1 Cargos a los usuarios basados en su consumo

Los cargos a los usuarios se cobran por la descarga de aguas residuales al sistema de colección, basándose en el volumen, en las características del efluente, o ambos. El volumen de las aguas residuales descargadas está directamente relacionado con el consumo del agua potable. Consecuentemente, la tarifa generalmente se recauda como un cargo adicional en la cuenta del agua consumida.

5.2.2 Cargos por efluentes

Los cargos por efluentes se cobran por la descarga de aguas residuales, impuestos en los contaminadores para generar ingresos para la recolección de aguas residuales, para instalaciones de tratamiento y para estimular la reducción de las descargas. El cargo puede basarse ya sea en la calidad y cantidad de la descarga misma, o en una cantidad fija por hogar, o, con respecto a la industria, por una aproximación basada en información comprobable de una organización (tal como la producción o el número de empleados).

Los cargos por efluentes están entre los instrumentos más comúnmente aplicados para la recuperación de costos de la inversión en la recolección y el tratamiento en Europa Occidental (por ejemplo, en Francia, Alemania, y en los Países Bajos). El sistema también se aplica en algunos países en desarrollo, tales como Indonesia y México, y en algunos países de Europa del Este. Este esquema es más bien complejo en su diseño y en su realización; requiere del monitoreo de los efluentes, de la habilidad de las autoridades para evaluar tarifas aproximadas, de la capacidad para implementar sistemas de cobranza apropiados, y de la habilidad de cambiar de conducta por parte de los contaminadores.

5.2.3 Impuestos indirectos locales

Los gobiernos locales pueden definir impuestos indirectos para generar ingresos directamente para el financiamiento de los sistemas de aguas residuales. Por ejemplo, las autoridades pueden recuperar la inversión en sistema de colección mediante cargos adicionales sobre los impuestos prediales. Por lo general, estos se cobran solo a las propiedades con acceso a los sistemas de colección, en cuyo caso el cargo adicional es de hecho una variante del cargo a los usuarios. La limitación de este cargo adicional es que depende del funcionamiento del sistema de impuestos prediales, el cual en general no está (bien) desarrollado en los países de bajos ingresos. En muchos países, el dinero recolectado por la descarga de aguas residuales no siempre está destinado a la infraestructura del agua. Normalmente se va a la tesorería nacional, y luego puede ser usado para otros servicios.

5.2.4 Permisos para descarga

Los permisos para la descarga pueden ser también un instrumento para controlar la contaminación y para elevar los ingresos. En este enfoque, una autoridad responsable fija límites máximos a las emisiones permisibles totales de un contaminante al aguas residuales o a las aguas superficiales. En el permiso de descarga, los cargos o la recaudación pueden incorporarse para efectos de la recuperación de costos.

5.3 Disposición para pagar y para compartir los costos

La disposición a pagar de los usuarios debe probarse antes de considerar cómo los costos pueden ser subsidiados por ingresos recaudados de otros grupos, o por fondos externos. Las contribuciones de los usuarios generalmente son en dinero pero pueden también ser en especie, por ejemplo, llevando a cabo ciertas tareas operativas.

Cualquier programa de manejo de aguas residuales sostenible debe dar respuesta a los asuntos clave de financiamiento y recuperación de costos por un lado, y de asegurar la equidad por el otro. Esto es válido para las iniciativas locales de saneamiento basadas en la comunidad como para los programas a gran escala financiados por las organizaciones internacionales de donadores. En la mayor parte de los países en desarrollo, surgirá un conflicto si el financiamiento sano ha de traducirse en recuperación total de costos e inversión. En tales casos, los subsidios dirigidos son necesarios de los ricos a los pobres, quienes no pueden pagar los costos del servicio. En Burkina Faso, por ejemplo, la fórmula de financiamiento para el saneamiento urbano se basa en los recursos de las comunidades, lo que implica sistemas de subsidios cruzados de los impuestos sobre abasto de agua.

Muchos estudios de caso bien conocidos, tales como los de PROSANEAR² en Brasil, el Proyecto Piloto Orangi en Pakistán, el proyecto Kumasi de saneamiento en Ghana, han mostrado la disposición a pagar de la gente por mejoras sanitarias es mucho más alta de lo esperado si pueden seleccionar el sistema de saneamiento que quieren. Los factores importantes para lograr la disposición a pagar son que:

² Proyecto del Banco Mundial para el Saneamiento en Comunidades de Bajos Ingresos, Brasil

1. Los miembros de la comunidad escojan de manera informada, basándose en:
 - Su participación en el proyecto
 - Opciones de tecnología y del nivel de servicio, reconociendo que los sistemas más caros cuestan más a cada miembro
 - Cuándo y cómo se les brindan los servicios
 - Cómo se manejan los fondos y cómo se rinde cuenta de ellos
 - Cómo se operan y se da mantenimiento a los servicios.
2. Se brinda a la comunidad un flujo de información adecuado y se adoptan procedimientos para facilitar la toma de decisiones colectivas dentro de la comunidad y entre la comunidad y otros actores.
3. Los gobiernos asumen un papel de facilitadores, fijan políticas y estrategias nacionales claras, y propician la amplia consulta con todas las partes interesados, y facilitan la construcción de capacidades y el aprendizaje.
4. Se crea un ambiente que propicie la participación de un rango amplio de proveedores e bienes, servicios y asistencia técnica a las comunidades, incluyendo al sector privado y a las ONG.

Los hogares pueden estar dispuestos a pagar instalaciones de saneamiento dentro de las casas y no instalaciones que quiten el flujo de aguas residuales de su propiedad. Sin embargo, los hogares individuales a menudo no perciben directamente el nivel más agregado de beneficios que se reciben de los servicios de aguas residuales. Sin embargo, al nivel de la manzana, el barrio, o la ciudad, los hogares pueden colectivamente dar un valor alto a los servicios que quitan la excreta de su área como un todo. De la misma manera, los grupos de ciudades en una cuenca fluvial, así como los campesinos y la industria, perciben un beneficio colectivo del mejoramiento ambiental.

Los costos asignados a cada nivel en esta jerarquía deben estar de acuerdo con los beneficios que se tienen en cada nivel (Wright 1997):

- Los hogares deben pagar la mayor parte de los costos de los servicios *in situ*, tales como baños, conexiones al sistema de colección *in situ* y tanques sépticos.
- Los residentes de una manzana o vecindario pagan colectivamente los costos de transferir los desechos recolectados a los límites de esta manzana o vecindario (o en el tratamiento de los desechos del vecindario).
- Los residentes de una ciudad pagan colectivamente los costos de recolectar los desechos de los vecindarios y de transportarlos a esos límites de la ciudad (o dando tratamiento a las aguas residuales de la ciudad).

Además, las negociaciones podrían llevar a oportunidades mediante las cuales las partes interesadas de una cuenca fluvial -ciudades, campesinos, industrias y demás- evalúan colectivamente el valor de los diferentes niveles de la calidad del agua por los que desean pagar, y toman acuerdos sobre la responsabilidad financiera de los costos del tratamiento y del manejo de la calidad del agua. En áreas costera, las partes interesadas pueden incluir hoteles y pesquerías para los cuales la calidad del agua tiene una alta prioridad (comercial).

La participación de los beneficiarios en el proceso de planeación y toma de decisiones es esencial. Este método incrementa el sentido de responsabilidad entre los beneficiarios para pagar las cuentas de las aguas residuales una vez que el servicio está operando. Además. La solución escogida tiende a ser apoyarse en las tecnologías de más bajo costo (véase cuadro 5.1)

Cuadro 5.1 GASTOS COMPARTIDOS EN EL PROYECTO PILOTO ORANGI ENKARACHI, PAKISTÁN (SERAGELDIN, 1994).

En los años ochenta, los 600,000 residentes del área de tugurios de Orangi no tenía acceso al sistema de colección de la ciudad. Un organizador comunitario de renombre comenzó con una pequeña cantidad de financiamiento externo para explorar alternativas. Se preguntó a los residentes acerca de sus necesidades y deseos y algunos miembros de la comunidad participaron en la construcción de las instalaciones, las cuales incluyeron letrinas dentro de los hogares y drenajes caseros en cada predio, y drenajes subterráneos en las calles y veredas. Las técnicas sencillas y la mano de obra gratuita redujeron los costos de la infraestructura a menos de \$100USD por hogar. Los responsables electos para el manejo del sistema de colección llevan a cabo el manejo y los hogares pagan los costos, parcialmente en especie.

El principio de “el que contamina, paga” es un concepto justo y simple, pero en la práctica ha sido extremadamente difícil de realizar. Hay categorías de usuarios que no pueden o no quieren pagar por su contribución a las cargas contaminantes. Por ejemplo, la agricultura bien puede ser el contaminante principal en una cuenca fluvial grande, sin embargo típicamente el gobierno no intentará cobrar o restringir las operaciones agrícolas. Más aún, la contaminación por el drenaje pluvial urbano (en sistemas ya sea combinados o separados) usualmente es ignorada, y las industrias dicen no poder pagar. Estas prácticas tiende a distorsionar el concepto de que quien contamina paga. Desafortunadamente, el problema mayor de que los contaminadores no paguen su parte es típico en todo el mundo. Así, a la luz del aumento de la degradación de la calidad del agua y del ambiente marino que amenaza la salud humana, la acción concreta con una verdadera alianza con el sector privado debería alentarse, y los cambios en las prácticas de “todo como siempre” deberían ser promovidos. Además, los instrumentos reguladores deberían desarrollarse para hacer cumplir el principio de que el que contamina paga, y fomentar una disposición a pagar entre todos los contaminadores, incluyendo a la industria.

5.4 Opciones de inversión para la infraestructura

Como se indicó antes, los requisitos de inversión para el manejo de aguas residuales son enormes. Se necesitan inversiones muy grandes para establecer nuevos sistemas de recolección, transporte e instalaciones para el tratamiento. También frecuentemente es necesario es necesario invertir en la rehabilitación amplia o en la reconstrucción de sistemas que se han descompuesto. Tradicionalmente, estas inversiones han sido sufragadas únicamente por mecanismos de financiamiento público, ayuda exterior o préstamos

multilaterales. Sin embargo, las fuentes de financiamiento no son suficientes para dar respuesta a los desafíos contemporáneos.

Los subsidios se han usado como un mecanismo para financiar este tipo de infraestructura. Los subsidios pueden ayudar en ciertas áreas, pero deben ser realizados con gran cuidado; los subsidios a menudo introducen efectos colaterales indeseables, tales como la creación de dependencias y alcanzar al grupo meta equivocado, lo cual puede ser aún peor que los problemas que se intentaba resolver.

Abrir fuentes de financiamiento adicional es ahora un área importante de iniciativa si se ha de hacer progreso en el manejo sostenible de las aguas residuales. A este respecto, el uso de alianzas entre el sector público y el sector privado ofrece nuevas soluciones. Los contratos de asociación apropiados entre los sectores público y privado pueden ayudar de dos maneras. Primero, pueden mejorar el sostenimiento autónomo del sistema y, segundo, pueden abrir rutas alternativas y formas de financiamiento adicionales. La siguiente sección analiza algunas de estas opciones.

5.4.1 Financiamiento mediante subvenciones

Internacionalmente, la mayor parte de la infraestructura existente para las aguas residuales ha sido financiada mediante asignaciones de los presupuestos de los gobiernos nacionales o locales; los programas de ayuda bilateral y multilateral han brindado también subvenciones a una serie de países. Aunque la mayor parte de estas subvenciones ha apoyado a los sistemas de recolección y tratamiento municipales, algunos programas brindan apoyo directamente a los hogares o comunidades para inversiones en letrinas mejoradas, sistema de colecciones en condominio, y otras similares.

Las subvenciones pueden ayudar a superar la falta de disposición de los hogares o de la comunidad para pagar para el abatimiento de la contaminación que sólo beneficia a las comunidades río abajo. Las subvenciones permiten que los sistemas recuperen totalmente los costos a tasas de tarifas más bajas que lo que sería factible de otra manera. Sin embargo, esas tarifas más bajas reducen el incentivo de abatir la contaminación para las casas y los hogares. Además, los programas de subvenciones reducen la presión experimentada por las municipalidades para identificar la solución más eficiente a sus problemas, ya que típicamente apoyan únicamente la construcción de instalaciones.

5.4.2 Financiamientos por créditos de instituciones gubernamentales o multilaterales

Los gobiernos nacionales, los bancos de desarrollo domésticos, los programas de ayuda bilaterales y multilaterales, y las instituciones financieras internacionales ofrecen financiamiento a través de créditos para la infraestructura de las aguas residuales. Como las subvenciones, estos préstamos pueden centrarse en financiar los costos de capital de las instalaciones para recolección y el tratamiento. Como las subvenciones, estos préstamos pueden ofrecerse a los hogares y a las organizaciones de la comunidad, por ejemplo, mediante sistemas de microcréditos para invertir en letrinas mejoradas y drenajes comunitarios. Tales créditos difieren de los préstamos comerciales en que típicamente tienen un componente de subsidio. El subsidio puede ser en forma de tasas de interés por

debajo del mercado, o usando garantías de riesgo de crédito que normalmente no se ofrecen a los solicitantes de crédito privados. El riesgo garantiza términos del préstamo con periodos de gracia y de pago más largos que los que se encuentran en fuentes comerciales.

Además del ahorro de costos de cualquier subsidio al interés, los préstamos a largo plazo tienen la ventaja de poder hacer empatar la vida esperada de la instalación con el periodo del préstamo. Tanto las tuberías como las plantas de tratamiento tienen una vida económica de 25 años o más, y el financiamiento a largo plazo permite que el peso del pago sea compartido entre todas las generaciones que se beneficiarán con las instalaciones.

Estos préstamos crean menos riesgos de incentivos que los subsidios, ya que deben ser pagados. Sin embargo, los efectos de incentivo finales dependen de la estructura del sistema de tarifas escogido. Los préstamos de las Instituciones Financieras Internacionales (IFI) a menudo incluyen condiciones de préstamo, las cuales incluyen estructuras de tarifas y medidas de funcionamiento financiero, designadas para hacer rendir al máximo el incentivo para dar un servicio eficiente.

El financiamiento subsidiado puede ser brindado por:

Intermediarios financieros especiales locales

En muchos países, los bancos de desarrollo, con propósitos especiales, propiedad del gobierno o intermediarios financieros, han sido establecidos para dar respuesta a la necesidad de financiamiento de proyectos a mediano y largo plazo. Los gobiernos pueden también manejar fondos para el ambiente que den préstamos y subvenciones a las municipalidades para las inversiones ambientales. Los fondos salen de fondos revolventes o de financiamiento multilateral y bilateral.

Instituciones Financieras Internacionales

Las IFI pueden brindar financiamiento de bajo costo para los proyectos de saneamiento. Como institución altamente sujeta de crédito, su función clave es canalizar el financiamiento del mercado internacional de capitales hacia países en desarrollo receptores. Ellas brindan este financiamiento en términos mayormente favorables (por ejemplo, con márgenes de interés bajos o con periodos de pago largos) y en muchos casos, aceptan los riesgos de créditos del país (Lauren et al. 1995). Las restricciones al usar préstamos de IFI son que en muchos casos requieren de una garantía soberana.

Además, los préstamos están denominados en una divisa extranjera, exponiendo a los proyectos al riesgo de cambio de divisas que pueden ser difícil de manejar en el nivel del proyecto.

5.4.3 Financiamiento del Mercado

La percepción de la falta de merecimiento para obtener un crédito y la confianza limitada en la capacidad de los gobiernos locales para pagar sus deudas limita el acceso a los mercados de capital y el financiamiento de acciones a largo plazo (internacional).

La banca comercial usualmente no está muy interesada en préstamos a largo plazo para proyectos de saneamiento y tratamiento de aguas residuales. Típicamente requiere una

garantía del sector público, la cual puede no estar disponible. Esto hace los préstamos comerciales internacionales aún más difíciles. Sin embargo, varios mecanismos para asegurar los préstamos comerciales sí existen, incluyendo los contratos y la documentación para asegurar a los prestamistas que sus fondos serán usados para apoyar los proyectos de la manera definida, una hipoteca en los terrenos disponibles y los activos fijos, y demás.

Los bonos municipales están garantizados para su pago completo en el caso de default mediante la exacción de impuestos adicionales, y así sólo están disponibles para los gobiernos. Los bonos de ingresos están asegurados por los ingresos del proyecto y, dado el mayor riesgo involucrado, típicamente ofrecen tasas de interés ligeramente mayores que el resto de los bonos. En años recientes se han llevado a cabo algunos intentos para replicar el modelo del mercado de bonos estadounidense y el acceso al financiamiento barato y a largo plazo. Tradicionalmente, en los Estados Unidos de Norteamérica estos bonos tienen un estatus de exención de impuestos que los hace atractivos a los acreedores (y son, de hecho, una forma de financiamiento subsidiado).

Los países con mejor crédito pueden emitir un bono internacional, respaldado por una garantía soberana, como se ilustra en el cuadro 5.2. Los requisitos críticos para el acceso de un país en desarrollo al mercado internacional de bonos son una buena reputación con respecto a la gobernabilidad, una política fiscal municipal sana, y garantías adecuadas o aseguramiento del riesgo (por ejemplo, ganancias de bienes del estado, ingresos fiscales, o garantías de los préstamos) para cubrir el riesgo de cambio de divisas y otros riesgos involucrados (Allred 1998).

Cuadro 5.2 BONOS INTERNACIONALES (ALLRED 1998)

Argentina y Brasil han sido líderes en tener acceso a los mercados de capital internacionales al emitir bonos municipales y provinciales para la infraestructura. Las municipalidades argentinas y brasileñas pueden tener acceso al mercado internacional de bonos al dar respuesta a algunas barreras importantes, tales como los riesgos políticos, los riesgos de divisas (estabilidad microeconómica), y la transparencia en el manejo fiscal. Más importante aún, ambos países han mostrado la habilidad de brindar garantías adecuadas para los bonos.

5.4.4 Atraer capital privado

Como se dijo en el Capítulo 2, ciertos desarrollos económicos pueden beneficiarse del manejo de aguas residuales adecuado. Involucrar a las compañías del sector privado asociadas con estos desarrollos en la planeación y en la realización del manejo de aguas residuales puede crear oportunidades para atraer fuentes privadas de financiamiento para la inversión.

Una estructura de paquete de proyectos es un instrumento innovador para atraer las fuentes financieras, particularmente el financiamiento privado de largo plazo. En este instrumento, los riesgos a los prestadores e inversionistas se distribuyen entre un número de proyectos; la fuente primaria de pago no es el flujo de efectivo de un proyecto único, sino más bien el

funcionamiento de varios proyectos. Ejemplos de tales estructuras de paquetes incluyen los fondos revolventes, los fondos de inversión, el mecanismo para proyectos múltiples del Banco Europeo para el Desarrollo Regional (BERD), y multi-funcionales (Haarmeyer y Mody, 1998)

Fondos revolventes

UN fondo financiado por varias fuentes puede ser creado para financiar los costos del proyecto. Los pagos subsecuentes del proyecto luego son usados para volver a surtir el fondo, permitiendo el financiamiento de otras inversiones. El grupo grande y diversificado de deudores es atractivo para los prestamistas porque distribuye los riesgos de pago la deuda. E el sector del saneamiento, los fondos revolventes son usualmente creados con gran participación de los gobiernos o de los donadores. Los hogares, las comunidades los inversionistas en bienes raíces también pueden aplicar fondos revolventes para financiar sistemas de colección *in situ* o locales.

Fondos de inversión

Durante los años pasados, los fondos de inversión de infraestructura han brindado un medio para que los desarrolladores busquen financiamiento para los proyectos de infraestructura en los mercados emergentes. Tales fondos permiten a los desarrolladores apalancar sus contribuciones con aquellas de inversionistas y así distribuir su capital. Para los inversionistas, los fondos de inversión mitigan los riesgos del proyecto y del país al crear un portafolio de proyectos bajo una compañía (Haarmeyer y Mody 1998). Como ejemplo del uso de fondos de inversión para el desarrollo de proyectos de saneamiento e infraestructura para las aguas residuales es la introducción de un fondo para el agua de \$300 millones de USD en Asia en 1995 por una compañía francesa de agua y saneamiento.

5.5 Alianzas del sector público y el sector privado

Desde 1990, la participación de las compañías del sector privado en proyectos de agua y colección en los países en desarrollo se ha acelerado. Al cooperar con las compañías privadas, los proyectos de agua y saneamiento pueden beneficiarse de las siguientes ventajas:

- Las compañías privadas están generalmente mejor calificadas para el manejo eficiente de las instalaciones, lo que tiene como resultado costos de operación más bajos e ingresos más seguros
- Las compañías privadas tienen acceso a financiamiento de bajo costo y a largo plazo

En total, 97 inversiones valuadas en 24,950 millones de USD se han iniciado de 1990 a 1997. Sin embargo, las alianzas sector público-sector privado en el sector del abasto de agua son más comunes que en el manejo de aguas residuales. Sólo alrededor del 14 por ciento de la inversión privada total en agua y colección está dirigido exclusivamente al sector de las aguas residuales. Aproximadamente la mitad de los fondos privados ha sido asignada a inversiones en proyectos combinados de agua y aguas residuales; sin embargo, en estos proyectos el abasto de agua usualmente tiene la prioridad (Silva et al. 1998; World Bank 1997b). Existen razones económicas, ambientales y de salud de peso para combinar las aguas residuales municipales con el sistema de agua en un mismo contrato.

La Tabla 5.1 muestra los distintos tipos de cooperación entre los socios públicos y privados y resume la organización de responsabilidades en esas alianzas. Estas opciones se discuten detalladamente enseguida.

Tabla 5.1 ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES CLAVE BAJO LAS PRINCIPALES OPCIONES PARA LA PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO (WORLD BANK 1997)

Opción	Propiedad del Activo	Operaciones y mantenimiento	Inversión de capital	Riesgo Comercial	Duración Típica
Contrato de Servicio	Pública	Público y privado	Pública	Público	1-2 años
Contrato de Manejo	Pública	Privado	Pública	Público	3-5 años
Arrendamiento	Pública	Privado	Pública	Compartido	8-15 años
Concesión	Pública	Privado	Privada	Privado	23-30 años
CPT1/ CPO2	Privada y pública	Privado	Privada	Privado	20-30 años
Divestiture (desposeimiento)	Privada o privada y pública	Privado	Privada	Privado	Indefinido (puede ser limitada por una licencia)

¹ Construir-Poseer-Transferir

² Construir- Poseer- Operar

Contratos de servicio

Bajo un contrato de servicios, el sector público permanece como el proveedor principal del servicio de aguas residuales y subcontrata sólo partes de su operación al contratista privado para reducir costos de operación. El gobierno paga una cantidad predeterminada al negocio privado, y es responsable para financiar cualquier inversión de capital requerida para expandir o mejorar el sistema. Los ejemplos de contratos de servicio incluyen la operación de una planta de tratamiento, emisión de cuentas por cobrar, y las operaciones de cobranzas (Bennet 1998) y pueden encontrarse en Madrás, India y en Santiago de Chile, entre muchos otros lugares.

Es importante reconocer el papel que pueden tener ya los proveedores de saneamiento independientes y en pequeña escala en el sistema sanitario existente. Es prudente proteger sus intereses cuando se introduzcan contratos de servicio a gran escala y para toda la ciudad.

Contratos para el manejo

En un contrato de manejo, la autoridad pública transfiere la responsabilidad de la operación completa y el mantenimiento del sistema a una compañía privada. El contratista actúa todo

el tiempo de parte de la autoridad pública y no tiene ninguna relación leal con el consumidor. Los pagos a un contratista de manejo pueden ser fijos, pero en general pueden estar relacionados con el logro de metas de funcionamiento, tales como la eficiencia mejoradas, el volumen de agua tratada, o las tasas (mejoradas) de recolección. Este sistema de pagos crea un incentivo para mejorar la productividad (Idelovitch y Ringskog 1995).

Una dificultad de los contratos de manejo es fijar las metas, su monitoreo y evaluación. Además, el logro de metas puede estar relacionado con inversiones de capital, los cuales no son la responsabilidad del contratista privado.

Contratos de arrendamiento

En un contrato de arrendamiento, un operador privado renta los activos de la autoridad pública durante un cierto periodo y es responsable de operar, mantener y manejar el sistema, incluyendo la recaudación de ingresos. La compañía privada asume el riesgo comercial. La autoridad continúa siendo el único propietario del activo y es responsable de las inversiones para expansión y mejoramiento, servicio de la deuda y políticas de definición de tarifas y recuperación de costos. Los contratos de arrendamiento son particularmente benéficos si no se requieren inversiones de capital sustanciales; así, no son muy populares en el sector de manejo de aguas residuales.

Concesiones

Bajo una concesión, el gobierno da al contratista privado, el concesionario, la responsabilidad total por la prestación de servicios de infraestructura en un área específica mediante un proceso de licitación al mejor postor. Estas responsabilidades incluyen las tareas técnicas (operación, mantenimiento y expansión del sistema), y tareas de gestión y financieras (recaudación de ingresos y ubicación de fondos para la inversión). El sector público encarga la infraestructura física al concesionario por la duración del contrato, usualmente dado por periodos de más de 25 años, pero los activos continúan siendo propiedad del gobierno. El sector público es responsable de establecer metas de funcionamiento tales como calidad y cobertura del servicio, así como su velar por su cumplimiento (Benner 1998).

El concesionario tiene incentivos fuerte para tomar decisiones de inversión eficientes y para desarrollar soluciones técnicas innovadoras, dado que cualquier ganancia de eficiencia incrementará directamente sus ganancias. Por lo tanto, las concesiones plenas de servicios plenas son atractivas donde se requieren grandes inversiones para expandir la cobertura del servicio o mejorar su calidad. Un factor crítico es la calidad de la regulación, ya que está relacionada con una posición monopólica a largo plazo del concesionario.

La experiencia de los contratos de concesión en Malasia y Buenos Aires, Argentina (cuadro 5.3) muestra que la participación de los gobiernos en el financiamiento de proyectos de aguas residuales es considerable. En el caso de Buenos Aires, generalmente considerado uno de los mejores anejos de aguas residuales, el gobierno central garantiza el pago de los créditos de la Corporación Financiera Internacional. La concesión malaya está plenamente financiada con préstamos subsidiados por el gobierno nacional.

Cuadro 5.3 CONCESIÓN EN BUENOS AIRES, ARGENTINA (AGUAS ARGENTINAS 2000; BENNETT 1998; HAARMEYER AND MODY 1997; PANAYOTOU 1997).

En 1993, el gobierno de Argentina delegó los servicios de agua y aguas residuales de la ciudad de Buenos Aires y sus suburbios a un programa más grande de privatización apoyado por el Banco Mundial. La opción de participación privada escogida fue la de 30 años de concesión plena que permitía que los activos permanecieran bajo propiedad pública con la operación, el mantenimiento, y el tratamiento de aguas residuales transferida a un concesionario privado. Aguas argentinas, un consorcio de empresas extranjeras y locales encabezadas por Lyonnaise des Eaux, ganó la licitación.

El consorcio movilizó fondos para la inversión de 5.6 billones de USD requerida durante el contrato, de los cuales invirtió \$300 millones de USD en los primeros dos años. Aguas Argentinas tiene 10 veces la inversión anual hecha por el servicio en la década previa. Las metas de funcionamiento del contrato incluían, entre otras, la cobertura de 90 por ciento en el sector del saneamiento para el año 30, una reducción de agua no contabilizada de 45 por ciento a 25 por ciento, y un incremento en el tratamiento de aguas residuales de 93 por ciento.

El Gobierno Federal Argentino ha definido el Plan de Saneamiento Integral que es llevado a cabo por Aguas Argentinas. Su objetivo es alcanzar mejoras graduales en el ambiente y en la calidad del agua que rodea la ciudad de Buenos Aires y os suburbios, y al mismo tiempo ofrecer servicio de aguas residuales confiable y flexible con las instalaciones existentes. El Plan incluye la recuperación de los ríos Matanza-Riachuelo y Reconquista-Río de la Plata, la intercepción y el mayor procesamiento de líquidos pluviales y del aguas residuales, y proyecta dos plantas de tratamiento más.

Para regular y controlar la concesión, el gobierno estableció una agencia reguladora que es manejada y administrada por una Junta de Directores formada por seis miembros que representan al Poder Ejecutivo Federal, la Provincia de Buenos Aires, y el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Su presupuesto (8 millones de USD) es recuperado mediante un cargo adicional a los usuarios de 2.67 por ciento de la cuenta de agua y aguas residuales cobrada por el concesionario.

Durante los primeros 6 años de operación, se construyó una nueva planta de tratamiento de aguas residuales en el suburbio bonaerense de San Fernando, y la planta de tratamiento del aguas residuales existente en el sudoeste se extendió y se automatizó, permitiendo un 40% de incremento en la capacidad de efluentes y dando servicio ahora a 200,000 habitantes más. Los servicios de tratamiento del aguas residuales han aumentado al 23%, yendo de 4,664,000 de habitantes servidos en 1993 a 5,744,134 en 1999. El número de personas servidas con agua potable se incrementó al 33% de 5,760,000 en 1993 a 7,669,042 en 1999.

Las inversiones son financiadas al 40 por ciento con fondos de inversión y 60 por ciento con créditos (deuda), incluyendo préstamos multilaterales a mediano plazo de la Corporación Financiera Internacional, en parte mediante la banca comercial, con recurso al gobierno central en caso de terminación temprana del proyecto.

Contratos para Construir-Poseer-Transferir (CPT)

Los contratos para construir-poseer-transferir son diseñados para atraer capital privado a la fase de construcción de un proyecto. El sector privado financia, construye y opera una nueva instalación de infraestructura de acuerdo con los estándares de funcionamiento definidos por el gobierno, pero el gobierno mantiene la propiedad de las instalaciones. En el periodo de construcción, el sector privado brinda el capital de inversión requerido. A cambio, el gobierno garantiza la compra de una producción especificada. El periodo de operación debiera ser suficientemente largo para que el contratista recupere sus costos de inversión y lleva a cabo una ganancia.

Los CPT pueden ser una manera efectiva para llevar dinero del sector privado al sector de las aguas residuales. Trabajan bien si el principal problema del sector es la gran cantidad de abasto o de tratamiento, pero no son útiles si la principal preocupación es la mala distribución o recolección del agua. Los acuerdos mitigan los riesgos comerciales para el sector privado, porque el gobierno es el único cliente. Así, los CPT están financiados con un componente relativamente alto de deuda. La principal debilidad de este modelo es que los contratos no se aplican a todo el sistema, incluyendo la infraestructura existente, y por lo tanto no pueden atacar las deficiencias y convertir las instalaciones débiles en fuertes. Otra debilidad tiene que ver con la duración y la complejidad de los acuerdos, por ejemplo, porque están basados en estimaciones de la demanda futura, lo cual reduce la eficiencia de la operación. Aunque las compañías privadas tienen que competir en la fase de la licitación, la mayor parte de los CPT tiene que ser negociados una vez que están en marcha. Más aún, el tamaño y los marcos temporales de los contratos a menudo requieren paquetes financieros sofisticados y complicados (Bennet 1998; Haarmayer y Mody 1997).

En México, los contratos de CPT con el sector privado para la construcción de 49 plantas de tratamiento han tenido resultados deficientes; sólo 10 (22 por ciento) están operando hoy en día. Las razones fundamentales para esta ineficiencia incluyen la pesada carga financiera impuesta a los proyectos por retrasos, inestabilidad macroeconómica, tecnologías costosas e incrementos altos en las tarifas, lo cual dio lugar a la oposición pública. De manera similar a los contratos de concesión en Malasia y en Buenos Aires, el sector público mexicano mantuvo un papel principal en la búsqueda de fondos para la mayor parte de los contratos.

Las variaciones en el modelo CPT incluyen:

- Contratos CPO (Construir-Poseer-Operar), en los cuales los activos no son transferidos a los gobiernos locales
- Contratos ROT (Rehabilitar-Operar-Transferir), en los cuales la inversión tiene que ver con la rehabilitación de los principales activos
- Contratos de CPOT revertidos, en los cuales el gobierno cuida la construcción de activos y la compañía privada es responsable de su operación
- Contratos de DCO (Diseño-Construcción-Operación) en los cuales la compañía privada también lleva a cabo el diseño de la inversión.

La desinversión, ya sea parcial o completa, de los activos de agua y saneamiento puede suceder mediante la venta de acciones. En el caso de desinversión parcial, una joint venture es creada en la cual el gobierno y las compañías privadas asumen la copropiedad y la co-

responsabilidad de la prestación de los servicios de aguas residuales. Ambas partes dan capital para la inversión y comparten el riesgo así como los beneficios. De manera óptima, la compañía en propiedad conjunta debería ser financieramente independiente.

La privatización total concierne la venta completa de los sistemas de manejo de abasto de agua y tratamiento de aguas residuales a una o más compañías privadas. Con la privatización plena, la función reguladora se separa completamente de las funciones de propiedad y de operación. LA experiencia con la privatización total del sector de manejo de aguas residuales ha sido limitada. El ejemplo más obvio es en Inglaterra y Gales, donde el sector del agua completo es propiedad de las compañías privadas (Bennet 1998) La privatización completa en estos países ha llevado a mejoramientos en el funcionamiento del sistema de aguas residuales. Sin embargo, las tarifas de aguas residuales han aumentado significativamente y se requieren esfuerzos adicionales para mejorar el funcionamiento del servicio. En este país industrializado, el capital privado tuvo un papel principal en el financiamiento de las inversiones.

Las ventajas de una desinversión parcial o total incluye la mejora de los incentivos para tomar decisiones eficientes para la inversión, y el desarrollo de tecnología innovadoras (ver las concesiones). Además, están implicados costos bajos de transacción comparados con los costos de licitación y negociaciones de contratos asociados con los modelos discutidos antes.

Una debilidad de la propiedad conjunta es un posible conflicto de interés con el sector público, ya que es al mismo tiempo responsable de la regulación (esto es, la salvaguarda de los intereses públicos) y un accionista en la compañía, responsable de los máximos beneficios. Esto puede llevar a interferencia política y contrarrestar las ventajas que pueden obtenerse del manejo del sector privado. Adicionalmente, la ausencia de competencia, dado que no hay ningún proceso de licitación involucrado, puede hacer surgir preocupaciones relacionadas con la transparencia y la corrupción.

5.6 Evaluación

La tabla 5.2 muestra cinco requisitos previos para la participación privada exitosa tal como los formula el Banco Mundial y como fueron publicados en sus Herramientas para la Participación del Sector Privado en Agua y Saneamiento (1997). El apoyo y el compromiso de las partes interesadas, las tarifas para la recuperación de los costos, la información acerca del sistema (activos del servicio), y un marco regulador desarrollado se vuelven más importantes a medida que el papel de la compañía privada aumenta. Además, la estabilidad política y económica son necesarias para crear el acceso a financiamiento (privado) de bajo costo y a largo plazo.

La experiencia del sector del agua muestra que la participación privada en la prestación de los servicios del agua tiene el potencial de atraer otras fuentes (privadas) de capital. Sin embargo, las alianzas entre el sector público y el sector privado en el sector de aguas residuales en los países en desarrollo no han siempre tenido éxito.

Los contratos de servicio y manejo y las estructuras de arrendamiento sencillas han probado ser herramientas exitosas para mejorar la eficiencia operativa. Sin embargo, no brindan un

medio para la expansión del servicio o para su mejoramiento, para lo cual se requieren cantidades sustanciales de capital. Las concesiones, los COT y las desincorporaciones (parciales) son medios para conseguir fondos para tales inversiones. Sin embargo, los gobiernos y los donadores internacionales siguen siendo los principales financiadores de estos proyectos en los países en desarrollo; los altos riesgos comerciales (bajos ingresos y altos costos de inversión) y los riesgos políticos y económicos típicos en los países de bajos ingresos disuaden a los prestamistas privados y a los inversionistas a participar en tales proyectos. Inglaterra y Gales dan uno de los pocos ejemplos en donde el financiamiento del gobierno tiene un papel mínimo en el financiamiento del manejo de las aguas residuales.

Tabla 5.2 REQUISITOS PREVIOS PARA LA PARTICIPACIÓN PRIVADA EXITOSA (WORLD BANK 1997)

Opción	Apoyo de Las partes Interesadas y compromiso político	Tarifas de recuperación de costos	Buena información acerca del sistema	Marco regulador desarrollado	Buena calificación financiera del país
Contrato de Servicio	Sin importancia	No necesarias en el corto plazo	Es posible proceder con sólo información muy limitada	Capacidad mínima de monitoreo requerida	No necesaria
Contrato de manejo con cuota fija	Niveles necesarios De bajos a moderados	De preferencia, pero no necesarias en el corto plazo	Es posible proceder con sólo información limitada	Capacidad mínima de monitoreo requerida	No necesaria
Contrato de manejo con incentivos De funcionamiento	Niveles necesarios de moderados a elevados	Necesarias	Se requiere información suficiente para definir los incentivos	Se requiere una capacidad de monitoreo Moderada	No necesaria
Arrendamiento	Necesarios	Necesarias	Se requiere un buen sistema de información	Se requiere una gran capacidad de regulación y coordinación	No necesaria
Construir-Poseer-Transferir (CPT)	De Preferencia	De preferencia	Se requiere un buen sistema de información	Se requiere una gran capacidad de regulación y coordinación	Una mayor calificación reducirá los costos
Concesión	Necesarios	Necesarias	Se requiere un buen sistema de información	Se requiere una gran capacidad reguladora	Una mayor calificación reducirá los costos
Desincorporación	Necesarios	Necesarias	Se requiere un buen sistema de Información	Se requiere una gran capacidad reguladora	Una mayor calificación reducirá los costos

La tabla 5.3 presenta una lista de los tipos de contratos de alianza del sector público y el sector privado en los países de ingresos medios y bajos. La tabla 5.4 brinda una panorámica de los principales contratistas en estos países (Franceys 2000).

Tabla 5.3 TIPOS DE CONTRATOS OPERATIVOS EN PAÍSES DE INGRESOS MEDIOS Y BAJOS (FRANCEYS 2000)

Tipo de contrato	Porcentaje
Arrendamiento	1
Rehabilitar-Operar-Transferir	2
Desinversión	2
Arrendamiento ampliado	3
Desinversión parcial	4
Contrato de Manejo	12
Concesión	19
Consturir-Poseer-Transferir	22
Contrato de Servicio	35

Tabla 5.4 PRINCIPALES CONTRATISTAS INTERNACIONALES INVOLUCRADOS EN ALIANZAS DEL SECTOR PÚBLICO Y EL SECTOR PRIVADO EN PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN PAÍSES DE INGRESOS MEDIOS Y BAJOS (FRANCEYS 2000).

Contratista	Porcentaje
Severn Trent	1
Aguas de Valencia	2
Anglian Waters	2
IWL	2
United Utilities	2
Azurix	5
Aguas de Barcelona	6
Biwater	6
Thames	8
SAUR	9
Vivendi Water	21
Lyonnaise des Eaux	36
Otros	8

Un reporte reciente de la OCDE describe las múltiples tareas requeridas para que las municipalidades, los gobiernos nacionales y los donadores internacionales incrementen las opciones para la inversión privada en el agua urbana y en los servicios de aguas residuales (Gentry y Abuyan 2000). Fijar las tarifas del agua y los estándares de funcionamiento, dar una supervisión reguladora fuerte, hacer uso de los controles al acceso a los mercados, aumentar la conciencia pública, y dar respuesta a las transiciones son sólo algunos de los importantes pasos involucrados; así, tales alianzas requieren mucha preparación y deberían implicar la cooperación a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguas Argentinas 2000. Personal communications from Agua Argentinas via Lyonnaise-des Eaux.
- Alaerts, G.J. 1997. "Institutional Arrangements," in R. Helmer and I. Hespanhol (eds.), *Water Pollution Control* (pp 221–223). London, UK: E & FN Spon.
- Alaerts, G.J. 1999. "Capacity Building as Knowledge Management: Purpose, Definition and Instruments," in G.J. Alaerts, F.J.A. Hartvelt, and F.-M. Patorni (eds.), *Water Sector Capacity Building: Concepts and Instruments* (pp. 49–84). Rotterdam, The Netherlands and Brookfield, VT [USA]: A.A. Balkema.
- Alaerts, G.J., F.J.A. Hartvelt, and F.-M. Patorni (eds.). 1999. *Water Sector Capacity Building: Concepts and Instruments*. Rotterdam, The Netherlands and Brookfield, VT [USA]: A.A. Balkema.
- Alaerts, G.J., S. Veenstra, M. Bentvelsen, and L.A. van Duijl. 1990. *Feasibility of Anaerobic Sewage Treatment in Sanitation Strategies in Developing Countries*. Report No. 20. Delft, The Netherlands: International Institute for Infrastructural, Hydraulic, and Environmental Engineering.
- Allred, T. 1998. "Financing Water Infrastructure Projects in Smaller Cities of the Developing World: Recent Trends," in UNDP/Yale Collaborative Programme (ed.), *Research Paper*. New Haven, CT [USA]: UNDP/Yale Collaborative Programme, Research Clinic.
- Banque Mondiale. 1982. *Appropriate Sanitation Alternatives—Volumes I and II*. Washington, DC [USA]: Banque Mondiale.
- Banque Mondiale. *World Development Report*. 1992. New York, NY [USA]/Oxford, UK: Oxford University Press.
- Banque Mondiale. 1997a. *Pollution and Abatement Handbook—Toward Cleaner Production*. World Bank Group, Annual Meetings Edition. Washington, DC [USA]: Banque Mondiale.
- Banque Mondiale. 1997b. *Toolkits for Private Sector Participation in Water and Sanitation*. Washington DC [USA]: Banque Mondiale (<http://www.worldbank.org/html/fpd/wstoolkits/Kit1/frame.html>).
- Banque Mondiale. 1999. *Using Market-Based Instruments in the Developing World: The Case of Pollution Charges in Colombia*. Washington, DC [USA]: Banque Mondiale (<http://www.worldbank.org/nipr/lacsem/columpres/>).
- Bennett, E. 1998. "Public–Private Cooperation in the Delivery of Urban Infrastructure Services (Water and Waste)," in UNDP/Yale Collaborative Programme (ed.), *PPUE Background Paper*. New Haven, CT [USA]: UNDP/Yale Collaborative Programme.
- CSD. 2000. *Progress Made in Providing Safe Water Supply and Sanitation for All During the 1990s*. Report of the Secretary-General. E/CN.17/2000/13, March 14. New York, NY [USA]: United Nations Economic and Social Council, CSD.

- Commission Européenne. 1998. *Toward Sustainable Water Resources Management. Guidelines for Water Resources Development Cooperation. A Strategic Approach*. Bruxelles, Belgique: Commission Européenne.
- Cosgrove, W.J. and F.R. Rijsberman. 2000. *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*. Marseille, France: World Water Council.
- Edwards, P. and R.S.V. Pullin. 1990. *Wastewater-Fed Aquaculture*. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology.
- Foley, S., A. Soedjarwo, and R. Pollard. 1999. *Community-Based Sewer Systems in Indonesia: A Case Study in the City of Malang*. Learning Note. Jakarta, Indonesia: UNDP–World Bank Water and Sanitation Program, Regional Water and Sanitation Group for East Asia and the Pacific (<http://www.wsp.org/english/regional/eap/malang.pdf>).
- Franceys, R. 2000. “Water and Public–Private Partnerships.” Unpublished paper presented at the Second World Water Forum. March 17–22, The Hague, The Netherlands.
- Gentry, B. and A.T. Abuyuan. 2000. *Global Trends in Urban Water Supply and Wastewater Financing and Management: Changing Roles for the Public and Private Sectors*. Paris, France: OECD, Centre for Cooperation with Non-Members, Environment Directorate.
- Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP). 1999. “Seas of Troubles: The State of the World's Oceans.” Unpublished draft, UNEP.
- GHK Research and Training. 2000. *Strategic Planning for Municipal Sanitation. A Guide*. London, UK: GHK Research and Training.
- Gijzen, H.J. 1997. “Duckweed-Based Wastewater Treatment for Rational Resource Recovery,” in Proceedings from the II Symposia Internacional Sobre Ingenieria de Bioprocesos, September 8–12, Mazatlan, Mexico (pp 39–40). Mexico: Mexican Association of Sanitary Engineering.
- Gijzen, H.J., and M. Ikramullah. 1999. *Pre-Feasibility of Duckweed-Based Wastewater Treatment and Resource Recovery in Bangladesh*. World Bank Report. Washington, DC [USA]: World Bank.
- GPA. 1995. *Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities*. Washington, DC [USA]: UNEP.
- Grau, P. 1994. “What's Next?” *Water Quality International*, no. 4:29–32.
- Haarmeyer, D. and A. Mody. 1997. *Private Capital in Water and Sanitation, Finance, and Development*. Washington, DC [USA]: The World Bank (<http://www.worldbank.org>).
- Haarmeyer, D. and A. Mody. 1998. “Pooling Water Projects to Move Beyond Project Finance,” in World Bank (ed.), *Public Policy for the Private Sector (Viewpoint): Water*. Washington, DC [USA]: World Bank (<http://www.worldbank.org/html/fpd/notes/water.htm>).
- Idelovitch, E. and K. Ringskog. 1995. *Private Sector Participation in Water Supply and Sanitation in Latin America*. Washington, DC [USA]: World Bank.

- Kalbermatten, J., D. Julius, and C. Gunnerson. 1982. *Appropriate Sanitation Alternatives—A Technical and Economic Appraisal*. Baltimore, MD [USA]: Johns Hopkins University Press.
- Lauren, P., A. Melzer, and T. Zylicz. 1995. “A Strategy to Enhance Partnerships in Project Financing for Environmental Investments in Central and Eastern Europe.” Environmental Project Financing Working Group. Paper prepared for Environment for Europe Conference, October 25–27, Sofia, Bulgaria, under the auspices of the EBRD.
- Mara, D., P. Edwards, D. Clark, and S.W. Mills. 1993. “A Rational Approach to the Design of Wastewater-Fed Fishponds,” *Water Resources*, 27:1797–1799.
- Mariño, M. and J. Bohland, 1999. *An Integrated Approach to Wastewater Treatment*. Washington, DC [USA]: World Bank.
- McKee, N. 1992. *Social Mobilization and Social Marketing in Developing Communities: Lessons for Communicators*. Penang, Malaysia: Southbound.
- Metcalf and Eddy, Inc. 1991. *Wastewater Engineering. Treatment Disposal and Reuse*. 3rd edition. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- National Research Council. 1993. *Managing Wastewater in Coastal Urban Areas*. Committee on Wastewater Management for Coastal Urban Areas, Water Science and Technology Board, National Research Council [USA]. Washington, DC [USA]: National Academy of Sciences.
- Nations Unies. 1997. *Critical Trends. Global Change and Sustainable Development*. New York, NY [USA]: Nations Unies.
- OCDE. 1993. *Coastal Zone Management. Integrated Policies*. Paris, France: OCDE.
- Panayotou, T. 1997. “The Role of the Private Sector in Sustainable Infrastructure Development,” in J.A. Miller, J. Coppock, and L. Gomex-Echeverri (eds.), *Bridges to Sustainability: Business and Government Working Together for a Better Environment*. New Haven, CT [USA]: Yale University.
- Parkinson, J. 2000. *Strategic Approaches to Sanitation Provision in Urban Areas. Synthesis Report of an Email Conference, October–November, 1999*. London, UK: GHK Research and Training.
- Peterson, G, G.T. Kingsley, and J.P. Telgarsky. 1994. *Multi-Sectoral Investment Planning*. Urban Management Programme Working Paper No. 3, June. Washington, DC [USA]: Banque Mondiale.
- PNUE. 1993. *Costs and Benefits of Measures for the Reduction of Degradation of the Environment From Land-Based Sources of Pollution in Coastal Areas*. MAP Technical Report Series no. 72. Athènes, Grèce: PNUE.
- PNUE. 1998. *Appropriate Technology for Sewage Pollution Control in the Wider Caribbean Region*. PNUE Technical Report No. 40. Kingston, Jamaïque: PNUE, Programme des Caraïbes pour l’environnement.

- Post, J. and C.G. Lundin (eds.). 1996. *Guidelines for Integrated Coastal Zone Management*. Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs Series No. 9. Washington, DC [USA]: The World Bank.
- Serageldin, I. 1994. *Water Supply, Sanitation, and Environmental Sustainability: The Financing Challenge*. Washington, DC [USA]: Banque Mondiale.
- Silva, G., N. Tynan, and Y. Yilmaz. 1998. "Private Participation in the Water and Sewerage Sector—Recent Trends," in World Bank (ed.), *Public Policy for the Private Sector (Viewpoint): Water*. Washington, DC [USA]: Banque Mondiale (<http://www.worldbank.org/html/fpd/notes/water.htm>).
- Taylor, K. 1999. *Strategic Approaches to Sanitation Planning in Urban Areas*. Electronic Conference Background Paper. London, UK: GHK Research and Training.
- UNCHS and PNUE. 1999. *Sustainable Cities Programme Source Book Series: Volume 1–5*. Nairobi, Kenya: UNCHS and PNUE (<http://www.unchs.org/scp>).
- Varis, O. and L. Somlyódy. 1997. "Global Urbanization and Urban Water: Can Sustainability be Afforded?" *Water Science and Technology*, 35(9):21–32.
- Veenstra, S., G.J. Alaerts, and M. Bijlsma. 1997. "Technology Selection," in R. Helmer and I. Hespanol (eds.), *Water Pollution Control* (pp. 46–72). London, UK: E & FN Spon.
- Viessman, W. and M.J. Hammer. 1993. *Water Supply and Pollution Control*. 5th edition. New York, NY [USA]: Harper Collins College Publishers.
- Watson, G. and N.V. Jagannathan. 1995. *Participation in Water and Sanitation*. Environment Department Series Paper No. 2, February. Washington, DC [USA]: World Bank.
- Windom, H.L. 1992. Contamination of the Marine Environment from Land-Based Sources. *Marine Pollution Bulletin*, 25:32–36.
- World Resources Institute. 1998. *World Resources 1998–1999*. New York, NY [USA]/Oxford, UK: Oxford University Press.
- World Coast Conference (WCC). 1993. *Management Arrangements for the Development and Implementation of Coastal Zone Management Programmes*. The Hague, The Netherlands: WCC, Organizing Committee.
- WCC. 1994. *Preparing to Meet the Coastal Challenges of the 21st Century*. The Hague, The Netherlands: WCC.
- World Meteorological Organisation (WMO). 1992. *International Conference on Water and the Environment; The Dublin Statement*. Geneva, Switzerland: WMO.
- Wright, A.M. 1997. *Toward a Strategic Sanitation Approach: Improving the Sustainability of Urban Sanitation in Developing Countries*. Washington, DC [USA]: UNDP-World Bank Water and Sanitation Program.