

Estudio

**DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LOS  
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES EN LAS EPS DEL PERÚ Y  
PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

*Estudio  
Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS  
del Perú y Propuestas de Solución*

2008 © SUNASS

*Av. Bernardo Monteagudo 210, Magdalena del Mar, Lima 17 - Perú*

*Tel.: (051) 614-3220, Fax: 614-3140*

*www.sunass.gob.pe*

*E-mail: sunass@sunass.gob.pe*

**SUNASS**

*Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento*

**GTZ/PROAGUA**

*Cooperación Alemana al Desarrollo*

*Autores : Ing. Juan Pablo Méndez Vega  
Ing. Johnny Marchán Peña*

*Supervisión : Ing. Mabel Morillo Viera*

*Revisión : Ing. Mercedes Riofrío Cisneros*

*Diagramación  
e impresión : RyF Publicaciones y Servicios S.A.C.  
Manuel Candamo 350 Lince. Lima - Perú*

*Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2008 - 14631*

## CONTENIDO

1	Introducción	5
2	Objetivos del estudio	9
3	Marco Legal	11
3.1	De los límites máximos permisibles (LMP) y estándares de calidad del agua (ECA)	13
3.2	De la obligatoriedad de tratar las aguas residuales	15
3.3	Del nivel mínimo de tratamiento	16
3.4	De la autorización sanitaria de los sistema de tratamiento y disposición sanitaria de aguas residuales domesticas	16
3.5	De la facultad de las EPS para suscribir convenios con potenciales usuarios de las aguas residuales tratadas.	16
4	Política Nacional de Saneamiento	19
5	Diagnóstico situacional del tratamiento de aguas residuales en las EPS	23
5.1	Insuficiente investigación y desarrollo tecnológico en el Perú	25
5.2	Acción parcial y desarticulada de las organizaciones del sector.	28
5.3	Déficit de financiamiento en tratamiento de aguas residuales.	34
5.3.1	Financiamiento de la cooperación internacional	35
5.3.2	Sostenibilidad de las inversiones	38
5.4	Insuficientes recursos para la O&M de las PTAR	39
6	Problemas de fondo	47
6.1	Limitaciones existentes durante el diseño del proyecto	47
6.2	Limitaciones durante la ejecución del proyecto y obra	48
6.3	Limitaciones durante la operación	48
7	Inversiones en tratamiento de aguas residuales por parte de las EPS	53
7.1	Déficit de inversión en infraestructura de PTAR	53
7.2	Lineamientos para evaluar inversiones en PTAR	54
7.3	Influencia de los créditos de carbono en los proyectos de tratamiento de AR.	54
7.4	Nuevos mecanismos para el financiamiento de las inversiones en el sector	55

8	Medios necesarios para lograr el saneamiento sostenible en el Perú	59
8.1	Fomento a la investigación tecnológica	59
8.2	Acción concertada y planificada de los actores del sector	60
8.3	Fuentes de financiamiento disponibles y concertadas para inversiones en tratamiento de aguas residuales	61
8.4	Recursos humanos y económicos suficientes para la correcta operación y mantenimiento de las PTAR	62
8.5	Propuesta de lineamientos generales para un Programa Nacional	63
8.6	Resultados Esperados	64
	Anexos	66
	Siglas	79

# 1 INTRODUCCIÓN

En el Perú, a fines de 2007, el 63,6% de la población urbana total tuvo servicio de alcantarillado administrado por empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS); el resto fue administrado directamente por las municipalidades o a través de operadores especializados (OES) en pequeñas ciudades, comités de agua o simplemente no cuenta con dicho servicio.

Durante ese año los sistemas de alcantarillado recolectaron aproximadamente 747,3 millones de metros cúbicos de aguas residuales, producto de las descargas de los usuarios conectados al servicio<sup>1</sup>. De ese volumen, sólo 29,1% ingresaron a un sistema de tratamiento de aguas residuales, muchos de los cuales con deficiencias operativas y de mantenimiento, y el resto se descargó directamente a un cuerpo de agua (mar, ríos o lagos), se infiltró en el suelo o se usó clandestinamente para fines agrícolas. Es decir, al menos 530,0 millones de metros cúbicos de aguas residuales pasaron a contaminar los cuerpos de agua superficial que se usan para la agricultura, pesca, recreación e incluso para el abastecimiento de agua potable. Si a ello se suma la contaminación por fuentes mineras e industriales, se constituye un escenario que pone en peligro la salud pública, genera deterioro de ecosistemas, produce limitaciones para la agroexportación e incrementa los costos de tratamiento del agua para fines de abastecimiento poblacional.

En este contexto, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) ejerce dos funciones principales: 1) la función supervisora, con la cual evalúa la gestión de las EPS en cuanto al estado de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales y dicta acción correctiva cuando detecta incumplimiento de sus obligaciones técnicas, legales o contractuales, y 2) la función reguladora, con la cual determina el nivel tarifario que permita cubrir las necesidades de inversión en infraestructura de tratamiento y los costos eficientes para su operación y mantenimiento.

A través de estas actividades, la SUNASS ha acumulado la experiencia necesaria para identificar los problemas de índole técnico, económico y legal que atentan contra la sostenibilidad de las inversiones en tratamiento de aguas residuales efectuadas hasta la fecha y las que puedan ejecutarse en el futuro, y con conocimiento, postula que las soluciones a tales problemas deben abordarse con enfoque integral y sistémico en el que

<sup>1</sup> Entre los usuarios se tienen a los domésticos, comerciales, industriales y sociales.

participen todos los actores del sector saneamiento del Perú: autoridades sectoriales, EPS, usuarios, la empresa privada y los organismos de cooperación internacional.

En el país, de un total de 143 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), pocos son los proyectos que puedan llamarse exitosos. Ello se debe, por un lado, a la visión sesgada de las EPS que no llega a descubrir el potencial socio económico de las aguas residuales tratadas, la cual se manifiesta al calificar como castigo para el trabajador la designación para efectuar actividades de operación y mantenimiento de las PTAR y, por otro lado, a la ausencia de una cultura de protección del ambiente como parte de la misión de las EPS. El resultado es la contaminación de los cuerpos de agua que reciben tanto los efluentes de insuficiente calidad de las PTAR como los vertimientos de aguas residuales crudas provenientes de los sistemas de alcantarillado.

Las inversiones en construcción de PTAR en las EPS del Perú se estiman en US\$ 369 millones de dólares estadounidenses<sup>2</sup>, monto que fue colocado por diversos gobiernos para evitar o aliviar los efectos de los contaminantes de las aguas residuales crudas y preservar el ambiente humano y natural. La inadecuada operación y mantenimiento de tales inversiones, e incluso fallas de diseño, impide lograr estos objetivos en 67 ecosistemas de igual número de cuerpos receptores, lo que además pone en riesgo la salud pública por el riego sin control de 61 áreas de cultivo y 12 áreas verdes recreativas<sup>3</sup>.

Las aguas residuales, están compuestas por materias orgánicas e inorgánicas que sin tratamiento apropiado constituyen un elevado riesgo para la salud pública por su y para el ambiente.

La ingesta directa de agua por fuentes contaminadas o indirecta a través de alimentos de consumo crudo de tallo bajo regados por aguas residuales o de tallo alto sin tratar o insuficientemente tratadas, así como el contacto con campos regados con aguas residuales insuficientemente tratadas y sin tomar las debidas restricciones, representan un elevado riesgo de infección parasítica (giardiasis, amebiasis, teniasis, ascariasis), vírica (hepatitis, diarreas por rotavirus) y bacteriana (cólera, tifoidea, EDAS en general). Del mismo modo, cuando las aguas residuales sin tratar son vertidas a los cuerpos de agua, el hábitat de la vida acuática y marina se verá afectada por la acumulación de sólidos, el oxígeno disminuirá por la descomposición aerobia de la materia orgánica, y los organismos acuáticos pueden perjudicarse aun más por la presencia de sustancias tóxicas, lo que puede extenderse hasta los organismos superiores por la bioacumulación en la cadena alimentaria. Si la descarga entra en aguas confinadas, como un lago o una bahía, su contenido de nutrientes puede ocasionar la eutrofización, con molesta vegetación que puede afectar la pesca y las áreas recreativas. Los desechos sólidos generados en el tratamiento de las aguas servidas (arenas y lodos) pueden contaminar el suelo y las aguas si no se manejan correctamente.

Otro problema que afecta directamente la eficacia de las PTAR, lo constituye el ingreso de efluentes industriales a los sistemas de alcantarillado, cuya carga orgánica y otros elementos como metales pesados, ácidos y bases que generan sobrecarga en las unidades de tratamiento y afectan negativamente los procesos biológicos de depuración.

<sup>2</sup> Calculado sobre la base del costo per cápita de la población servida de US\$ 90,00, como se puede ver en el anexo 5 del Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015, aprobado por Decreto Supremo N° 007-2006-VIVIENDA.

<sup>3</sup> Inventario de PTARS de SUNASS.

La descarga de una industria puede equipararse a varios cientos o miles de personas y es por eso que en la actualidad el MVCS está impulsando la creación de LMP para descargas de efluentes industriales al sistema de alcantarillado con el propósito de evitar trasladar el sobre costo de tratamiento al usuario común. Al mismo tiempo, la SUNASS en la actualidad viene determinando la tarifa por factor contaminante con el propósito de generar incentivos económicos para el tratamiento de las aguas residuales en el ámbito de la industria.

Por el contrario, una PTAR eficaz en el cumplimiento de sus objetivos de calidad logra un impacto positivo sobre el ambiente. Los impactos directos incluyen la disminución de molestias y de los peligros para la salud pública en el área colindante a las PTAR, mejoramiento de la calidad y aumento del uso beneficioso de las aguas receptoras con respecto a la descarga de aguas residuales crudas. Los impactos indirectos incluyen la conservación de áreas al servicio del desarrollo, mayor productividad en acuicultura, pesquería, agricultura y bosques, incremento de la actividad turística y recreativa, y menores demandas sobre otras fuentes de agua como resultado de la reutilización del efluente.

La SUNASS, en este documento, postula algunas soluciones bajo el enfoque del marco lógico para encarar el problema de inoperatividad, ineficiencia y abandono de las PTAR, así como el déficit de inversión en sistemas eficientes para el tratamiento de las aguas residuales. Dado el desarrollo económico que está experimentando el Perú, se espera incorporar de manera sostenible el reuso de las aguas residuales. Sobre el particular, la firma de tratados internacionales como el Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos, Canadá, Unión Europea, China y otros países desarrollados plantea un reto al sector saneamiento, no sólo para lograr mayores coberturas en la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en zonas urbanas, sino también para tratar eficientemente las aguas residuales recolectadas y darles uso con fines productivos.

Parte de la solución del problema requiere inversiones, por lo que será necesario contar con fondos del Estado en sus diferentes niveles de gobierno a través del Programa Agua Para Todos (APT) y a las fuentes de financiamiento internacional usualmente empleadas, como los Fondos del Banco Mundial (BM), del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Banco de Cooperación Internacional del Japón (JBIC) y otros fondos de la cooperación, ya sea vía aporte financiero (donación) y vía préstamo con tasas de interés cada vez más bajas debido al mejoramiento del grado de inversión del Perú. Se explorará el uso de instrumentos financieros ligados al mercado de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), entre los que destaca la captura de metano en el caso de las PTAR, cuyo flujo de fondos puede ser incorporado cuantitativamente en el análisis de los costo-efectividad de las alternativas tecnológicas en proyectos de tratamiento de aguas servidas. En esta misma línea, se pueden valorizar los gastos evitados en recuperación de la salud, así como los menores costos del tratamiento de agua para uso doméstico e industrial y mayores rentas de la pesca, el turismo, la recreación y los ingresos generados por la venta de lodo tratado como mejorador de suelos, lo que puede servir para tomar mejores decisiones al momento de seleccionar la mejora alternativa tecnológica con un enfoque integral y de largo plazo.



## 2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El estudio se ha trazado como objetivos:

- Identificar la problemática de las EPS en la gestión de las aguas residuales.
- Proponer soluciones integrales, sistémicas y viables para mitigar las causas de la problemática identificada.



## 3 MARCO LEGAL

La norma fundamental para la gestión de los recursos hídricos en el Perú es la Ley General de Aguas D.L. N° 17752 (24 de julio de 1969), que rige sobre las aguas marítimas, terrestres y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos. En su artículo 1º, la Ley declara que “las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad del Estado y su dominio es inalienable e imprescriptible” y que “no hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas”. Ello precisa el marco constitucional existente<sup>4</sup>, que señala en cuanto a los recursos naturales que “por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares” y agrega que “la concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal”.

Dicha ley denota en varios artículos la intención de priorizar el interés social y el desarrollo nacional como criterios para asignar el agua o solucionar conflictos entre intereses enfrentados. Aunque la Ley ha tenido algunas modificaciones menores desde su promulgación, se mantienen los lineamientos originales.

Esta Ley establece dispositivos precisos para regular el uso o aprovechamiento de los recursos hídricos. Respecto a los criterios para la asignación del recurso, el artículo 26º precisa el siguiente orden de preferencia para el uso del agua:

- 1) Necesidades primarias y abastecimiento de poblaciones
- 2) Cría y explotación de animales
- 3) Agricultura
- 4) Usos energéticos, industriales y mineros
- 5) Otros usos.

Otra característica importante es el rol protagónico que se asigna al Estado, que asume directamente la responsabilidad de formular la política para el aprovechamiento de los recursos hídricos, y de buscar su uso racional y económicamente eficiente, dado el carácter multisectorial de la demanda de este recurso. Ello implica la responsabilidad de ejecutar programas para conservar, preservar o incrementar dicho recurso, lo que requiere inventarios y evaluaciones actualizadas permanentemente.

<sup>4</sup> Constitución de 1993.

Es importante destacar que el Estado, aparte de reservarse la propiedad del recurso, tiene ciertas facultades para reservar aguas de interés público, organizar las unidades de gestión para hacer más eficiente el uso del agua, declarar zonas de protección, desviar aguas de una cuenca a otra, sustituir fuentes de abastecimiento y declarar estados de emergencia cuando sea necesario.

Para aplicar este marco legal, la Ley crea dos tipos de autoridad: la de aguas, dedicada principalmente a los aspectos que tienen que ver con el aprovechamiento del recurso, y la sanitaria, que se preocupa por la preservación de su calidad.

La autoridad de aguas en la actualidad está a cargo de la Intendencia de Recursos Hídricos (IRH) del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), organismo público descentralizado del Ministerio de Agricultura creado mediante Decreto Ley N° 25902 de 1992, es la instancia encargada de los asuntos relacionados con el uso sostenible de los recursos hídricos y tiene la función de proponer, supervisar y controlar las políticas, planes, programas, proyectos y normas sobre el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos del agua y suelo, además de supervisar y controlar la ejecución de los mismos. La IRH descentraliza sus funciones a nivel de cuenca a través de las Administraciones Técnicas del Distrito del Riego (ATDR), las que se constituyen como dependencias técnica y funcional, responsables de administrar los recursos de agua y suelo en concordancia con las realidades hidrológicas, agrológicas y climáticas en el ámbito de su jurisdicción con arreglo a la legislación vigente en materia de aguas.

La Autoridad Sanitaria, por su parte, es el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), a quien mediante DS N° 023-2005-SA de 2006 le fuera encargada la responsabilidad de velar por la preservación de la calidad del recurso hídrico, vía la formulación de políticas nacionales de salud ambiental, el establecimiento de normas técnicas sanitarias para el manejo, reuso y vertimiento de aguas residuales domésticas, la vigilancia de la calidad sanitaria de los sistemas de agua potable así como del agua como recurso, controlar a los agentes contaminantes, registrar y controlar los vertimientos y evaluar los riesgos ambientales, para lo cual se vale de instrumentos tales como los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Sobre esta base, la DIGESA evalúa y otorga la Autorización Sanitaria para el reuso o vertimiento de las aguas residuales en los cuerpos de agua, responsabilidad que comparte con los sectores, quienes son los responsables de aprobar los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), para proyectos nuevos, o Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), para proyectos en operación, como requisito previo a la entrega de la citada autorización.

En este escenario, en mayo de 2008 mediante Decreto Legislativo N° 1013 se crea el Ministerio del Ambiente (MINAM) como ente rector de la política ambiental nacional, cuyo objeto es la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, prevenir y revertir su degradación y la del ambiente, supervisar, fiscalizar y sancionar el incumplimiento de la normatividad ambiental. Para ejercer estas funciones, el Concejo Nacional del Ambiente (CONAM) se fusiona con el Ministerio del Ambiente y la DIGESA transfiere sus funciones ambientales preservando aquellas en materia sanitaria, dicha transferencia se deberá hacer efectiva a fines del 2008.

Si bien la Ley General de Aguas de 1969 desarrolló algunos puntos relacionados con el tema ambiental, es con la aprobación de la Ley General del Ambiente mediante Ley N° 28611 de 2005 que se ordena el marco legal para la gestión ambiental en el Perú, así como los roles de cada uno de los actores y desarrolla integralmente los lineamientos e instrumentos para su implementación.

Esta Ley es la norma fundamental para la protección de la calidad del agua como recurso a través de la definición de instrumentos para regular el vertimiento, tratamiento y reuso de las aguas residuales, declarándose al Estado como promotor del uso de las mismas con fines productivos.

Asimismo, la Ley establece que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la vigilancia y sanción por el incumplimiento de los LMP en los residuos líquidos domésticos que se vierten al sistema de alcantarillado, en coordinación con las autoridades sectoriales, y que el tratamiento de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser efectuado directamente por el generador, a través de terceros debidamente autorizados o a través de las entidades responsables de los servicios de saneamiento, con sujeción al marco legal vigente sobre la materia, es decir, a los LMP cuyos valores se encuentran en Reglamento de Desagües Industriales aprobado por Decreto Ley N° 28-60-SAPL de 1960, vigente hasta la fecha.

### **3.1 De los límites máximos permisibles (LMP) y estándares de calidad del agua (ECA)**

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales, las políticas públicas y en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Es por ello que el diseño de las PTAR parte de la definición del ECA para el tipo de uso que se le otorga al cuerpo de agua que recibirá sus efluentes.

Por su parte, los Límites Máximos Permisibles (LMP) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un efluente, que al ser excedido causa o puede causar daños para la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente.<sup>5</sup>

El procedimiento actualizado para la aprobación de los estándares de calidad del agua y los límites máximos permisibles fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 033-2007-PCM<sup>6</sup>, donde se designa al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), hoy Ministerio del Ambiente, como la autoridad responsable de su conducción y a las autoridades sectoriales como responsables de la elaboración de las propuestas de ECA y LMP según competencias. Esta norma complementa el Decreto del Consejo Directivo del CONAM 029-2006-CONAM/CD,<sup>7</sup> que establece el cronograma priorizado para la aprobación progresiva de los ECA y los LMP. El Decreto Legislativo N° 1013<sup>8</sup>, que crea el Ministerio

<sup>5</sup> Artículos 63 y 64 del Reglamento de la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2005-PCM.

<sup>6</sup> Publicado el 5 de abril de 2007 en el Diario "El Peruano".

<sup>7</sup> Publicado el 2 de diciembre de 2006 en el Diario "El Peruano".

<sup>8</sup> Publicado el 14 de mayo de 2008 en el Diario Oficial "El Peruano".

del Ambiente, precisa que la aprobación de los ECA y LMP se hará mediante Decreto Supremo y deberá contar con la opinión del sector correspondiente.

La creación del ente rector de la política ambiental nacional deberá permitir agilizar el procedimiento de aprobación y actualización de los ECA y LMP, ya que la responsabilidad de su elaboración pasa de la autoridad sectorial al Ministerio del Ambiente, solo con opinión favorable del sector, y la aprobación pasa de la PCM al Ministerio del Ambiente.

El estado de aprobación del ECA AGUA, LMP de efluentes de PTAR y LMP de efluentes industriales de acuerdo al cronograma priorizado se muestra en el cuadro 1:

**Cuadro 1**  
**Cronograma de priorización para la aprobación de los ECA y LMP**  
**Ajustado a la creación del Ministerio del Ambiente (MINAM)**

ECA o LMP	Responsable			Plazo	Norma que reemplaza	Situación
	Elaboración	Opinión	Aprobación			
ECA para el agua, con alrededor de 80 parámetros agrupados por uso en cuatro categorías.	MINAM	INRENA y DIGESA	MINAM	Noviembre de 2006	Art. 81° y 82° del Reglamento de la LGA	Aprobado por D.S. N° 002-2008-MINAM
LMP de plantas de tratamiento de efluentes líquidos de fuentes domésticas.	MINAM	VIVIENDA	MINAM	Enero de 2008	No existe	Pendiente
LMP de fuentes industriales en las redes colectoras de aguas residuales.				Julio de 2007	Reglamento de Desagües Industriales	Presentado el 6 de septiembre de 2007

Fuente: Resolución 029-2006-CONAM/CD, D.S. 002-2008-MINAM

Entre tanto, el D.S. N° 002-2008-MINAM no haya sido reglamentado por el MINAM en cuanto a su procedimiento de implementación, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes para los cuerpos de agua son los comprendidos en los numerales 81° y 82° del Reglamento de la Ley General de Aguas y sus modificatorias<sup>13</sup>, según tipo de uso:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimientos domésticos con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración,

<sup>9</sup> Decreto Supremo N° 261-69-AP, publicado el 13.12.1969.

<sup>10</sup> Se encuentra pendiente por parte del MINAM el dictado de las normas para su implementación.

<sup>11</sup> Decreto Supremo N° 28/60 SAPL del 1 de diciembre de 1960.

<sup>12</sup> Presentado mediante oficio N° 314-2007-VIVIENDA/OMA.

<sup>13</sup> DS N° 261-69-AP y modificatorias DS N° 007-83-SA y DS N° 003-2003-SA.

- aprobados por el Ministerio de Salud.
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
  - IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares).
  - V. Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos.
  - VI. Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.

A continuación se muestran los LMP de los principales parámetros sobre los cuales las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales tienen influencia.

**Cuadro 2**  
**LMP de coliformes fecales y DBO<sub>5</sub> en cuerpos de agua por tipo de uso**

Parámetro	I	II	III	IV	V	VI
CF	0	4000	1000	1000	200	4000
DBO <sub>5</sub>	5	5	15	10	10	10

Fuente: Reglamento de la Ley 17752.

Del mismo modo, entre tanto no se aprueben nuevos LMP de fuentes industriales en las redes colectoras de aguas residuales y su procedimiento de implementación, se encuentra vigente el Reglamento de Desagües Industriales aprobado mediante Decreto Supremo N° 28/60 SAPL.

Al respecto es preciso resaltar que la aprobación e implementación de los nuevos LMP de efluentes industriales y la implementación del ECA Agua dotará a la SUNASS de los instrumentos necesarios para implementar el principio contaminador-pagador, mediante una tarifa diferenciada de tratamiento de aguas residuales para los usuarios industriales cuya carga orgánica diaria equivale a varios cientos o miles de veces la de un usuario doméstico común, pese a ello en la actualidad el importe que pagan los usuarios industriales solo considera el volumen de aguas residuales que vierten al sistema de alcantarillado. De esta manera se evitará que la población en general que goza del servicio de tratamiento de aguas residuales, subsidie a la población industrial.

### 3.2 De la obligatoriedad de tratar las aguas residuales

La Ley General de Aguas<sup>14</sup>, en su artículo 22º, establece la prohibición de verter cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas y causar daños o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora y fauna, o comprometer su empleo para otros usos. Y señala que dichas descargas deberán ser sometidas al tratamiento previo que sea necesario.

El Reglamento de la Ley General de Aguas<sup>15</sup>, en su artículo 61º del título II, señala que todo vertimiento de residuos a las aguas marítimas o terrestres del país deberá efectuarse previo tratamiento, lanzamiento submarino o alejamiento adecuado, de acuerdo con lo dispuesto por la autoridad sanitaria<sup>16</sup> y deberá contar previamente con la licencia respectiva.

<sup>14</sup> Ley N° 17752, publicada el 24 de julio de 1969.

<sup>15</sup> DS N° 261-69-AP, publicado el 12 de diciembre de 1969.

<sup>16</sup> Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (DIGESA).

El Reglamento de Desagües Industriales<sup>17</sup>, de alcance nacional, en su artículo 701º establece que por razones sanitarias no se permitirá la descarga directa de los desagües y residuos industriales en los cuerpos de agua.

### **3.3 Del nivel mínimo de tratamiento**

Como complemento, la Norma Técnica OS.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones, que norma el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales, en su numeral 4.3.11 establece que en ningún caso se permitirá la descarga de aguas residuales sin tratamiento a un cuerpo receptor, aun cuando los estudios del cuerpo receptor indiquen que no es necesario el tratamiento. Señala que el tratamiento mínimo que deberán recibir las aguas residuales antes de su descarga deberá ser el tratamiento primario. Es decir, un nivel de tratamiento capaz de remover la materia orgánica sedimentable, entre los que se encuentra el tanque Imhoff, el tanque séptico, el tanque o laguna de sedimentación y las lagunas en general, aunque estas últimas se encuentren dentro de los procesos de tratamiento secundario, que es un objetivo adicional al alcanzado mediante el tratamiento primario.

### **3.4 De la autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento y disposición sanitaria de aguas residuales domésticas**

La complementación del reglamento del título III de la Ley General de Aguas<sup>18</sup>, en su artículo 173º, señala que las aguas terrestres o marítimas del país solo podrán recibir residuos sólidos, líquidos o gaseosos previa autorización sanitaria, siempre que sus características físicoquímicas y bacteriológicas no superen las condiciones máximas establecidas para dichas aguas.

El artículo 180º de la norma señala que los vertimientos domésticos y de poblaciones que no cuenten con autorización sanitaria deberán ajustarse a las calificaciones establecidas para los tramos de las aguas receptoras o zonas costeras. La autoridad sanitaria establecerá los plazos para que los responsables de dichos vertimientos los adecuen de acuerdo con la prioridad de uso y el volumen de la descarga.

Los artículos precedentes determinan dos aspectos relevantes: 1) todo vertimiento o planta de tratamiento de aguas residuales domésticas requiere autorización sanitaria para operar y 2) aquellas que no cuenten con autorización deberán regularizar su situación en los plazos señalados por la autoridad sanitaria, es decir, DIGESA.

El Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Salud,<sup>19</sup> procedimiento 15, establece los pasos para la obtención de la autorización sanitaria para i) vertimiento y ii) reuso.

### **3.5 De la facultad de las EPS para suscribir convenios con potenciales usuarios de las aguas residuales tratadas**

Con el propósito de formalizar la relación proveedor-cliente entre las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) y los usuarios actuales y potenciales

<sup>17</sup> DS N° 28-60-SAPL, publicado el 29 de noviembre de 1960.

<sup>18</sup> DS N° 41-70-A, publicado el 20 de febrero de 1970.

<sup>19</sup> DS 017-2005-SA, publicado el 30 de agosto de 2005.

de las aguas residuales tratadas, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento emitió la Resolución Ministerial N° 049-2006-VIVIENDA, con la que se faculta a las EPS a suscribir convenios para abastecer con aguas servidas tratadas a potenciales usuarios. Previamente, los potenciales usuarios deberán obtener los permisos y licencias ante las autoridades que correspondan, así como la factibilidad técnica otorgada por la EPS. De esta manera, queda en salvaguarda las funciones de la Autoridad de Aguas (INRENA) para otorgar previamente la licencia de uso de las aguas residuales, y la funciones de la Autoridad Sanitaria (DIGESA) para otorgar la Autorización Sanitaria para el reuso cuando la calidad del agua lo permita.



## 4 POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMIENTO

El 8 de septiembre de 2000, en la octava sesión plenaria de la Cumbre de las Naciones Unidas se declararon ocho Objetivos del Milenio, que deberán cumplirse en el año 2015.

Entre esos objetivos se encuentra la Meta 10: “Reducción a la mitad, para el año 2015, del porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable y saneamiento”. Todo servicio de saneamiento prestado de manera sostenible implica necesariamente el respectivo tratamiento de aguas residuales, pues de otra manera no podría considerarse sostenible en términos ambientales.

Teniendo como marco esta política internacional, a la cual se adhirió el Perú, en marzo de 2005 el Gobierno del Perú promovió la suscripción del Acuerdo Nacional con la participación de todas las fuerzas políticas. En él propone que los acuerdos declarados se conviertan en políticas de Estado, independientemente del gobierno que se encuentre de turno. De esta manera se refrendaron las siguientes políticas de Estado:

- √ Numeral 13º c): Ampliar el acceso al agua potable y al saneamiento básico.
- √ Numeral 21º c): Otorgar especial énfasis a la infraestructura de saneamiento.

Con este corolario el Ministerio de Vivienda determinó que para cumplir la meta 10 de los Objetivos de Milenio en el 2015, la cobertura de agua a nivel nacional debería subir a 82% (en 1990 se encontraba en 63%) y la de saneamiento a 77% (en 1990 la cobertura era de 54%). Y la cobertura de tratamiento de aguas residuales recolectadas por los sistemas de alcantarillado deberá llegar a 100% en el ámbito urbano.

**Cuadro 3**  
**Estado de cumplimiento de las Metas del Milenio**  
**a nivel nacional en 2005**

Servicio	Cobertura		
	1990	2005	2015
Agua potable	63%	76%	82%
Saneamiento	54%	57%	77%
Tratamiento	5%	22%	100%

Fuente: VIVIENDA. Presentación del Programa Agua Para Todos, octubre de 2006.

Para alcanzar la meta establecida, el Gobierno del Perú con refrendo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento mediante el Decreto Supremo 006-2007-VIVIENDA aprobó el Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015, con las siguientes metas de cobertura:

**Cuadro 4**  
**Metas del Milenio en Saneamiento**  
**bajo administración de las EPS**

Grupo	Cobertura proyectada		
	2005 (base)	2010	2015
<b>Servicio de agua potable</b>			
SEDAPAL	89%	93%	97%
EPS grandes	80%	82%	85%
EPS medianas	79%	82%	83%
EPS pequeñas	71%	67%	73%
<b>Servicio de Alcantarillado</b>			
SEDAPAL	84%	89%	95%
EPS grandes	71%	75%	83%
EPS medianas	63%	70%	80%
EPS pequeñas	58%	52%	65%
<b>Tratamiento de aguas residuales (1)</b>			
SEDAPAL	10%	40%	100%
EPS grandes	43%	72%	100%
EPS medianas	33%	66%	100%
EPS pequeñas	6%	53%	100%

(1) Porcentaje estimado sobre la población urbana servida con sistema de alcantarillado.

Fuente: Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015 y su fe de erratas.

El Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015 estimó que para alcanzar la meta de tratamiento de aguas residuales en 2015, a partir del nivel de cobertura alcanzado en 2005, se requiere en las EPS una inversión de US\$ 948 millones en ampliación<sup>20</sup> y de US\$

<sup>20</sup> El costo per cápita de obras de ampliación en tratamiento de aguas residuales estimado en el Plan Nacional de Saneamiento es de US\$ 90,00 por habitante servido.

30 millones en rehabilitación<sup>21</sup> de los sistemas existentes, es decir, un monto total de US\$ 978 millones.

El avance de 2006 en el cumplimiento de las metas establecidas en dicho Plan, que se muestra en el cuadro N° 5, comparado con el nivel de cobertura alcanzado en 2005, muestra diferencias porcentuales significativas. Esta situación debe entenderse como el efecto del sinceramiento de los valores de la población urbana total y la población urbana servida por efecto del censo de 2005, cuyo resultado ha permitido ajustar los valores de cobertura del periodo 2006, y no necesariamente como un efecto de las inversiones ejecutadas en dicho periodo.

Por su parte, se aprecia que los porcentajes de tratamiento de aguas residuales en EPS Medianas y Pequeñas se redujeron significativamente de 2006 a 2007, dicha variación no obedece al incremento de aguas residuales recolectadas respecto al volumen de aguas residuales tratada sino al cambio de metodología de cálculo por parte de SUNASS, ya que a partir de 2007 cuando una planta recibe un caudal mayor al de diseño solo se considera este último para determinar el volumen tratado. Dicha situación, como veremos más adelante, es común en muchas PTAR debido al déficit de inversiones, sin embargo en la mayoría de los casos tiene un efecto negativo en la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales impidiendo cumplir con los objetivos de calidad.

**Cuadro 5**  
**Avance en el cumplimiento de las Metas del Milenio**  
**en agua y saneamiento, bajo la administración de las EPS**

Grupo	Cobertura ejecutada				
	2005 (base)	2006 (2)	2007 (2)	2010	2015
<b>Servicio de agua potable</b>					
SEDAPAL	89%	85,8%	88,1%	92%	97%
EPS grandes	80%	82,8%	84,1%	83%	85%
EPS medianas	79%	80,0%	80,3%	81%	83%
EPS pequeñas	71%	81,6%	88,0%	72%	73%
<b>Servicio de alcantarillado</b>					
SEDAPAL	84%	81,5%	83,7%	91%	95%
EPS grandes	71%	72,7%	72,4%	78%	83%
EPS medianas	63%	64,9%	68,1%	75%	80%
EPS pequeñas	58%	67,0%	71,2%	63%	65%
<b>Tratamiento de aguas residuales (1)</b>					
SEDAPAL	10%	12,4%	13,3%	40%	100%
EPS grandes	43%	51,0%	57,3%	72%	100%
EPS medianas	33%	40,8%	28,7%	66%	100%
EPS pequeñas	6%	38,3%	30,3%	53%	100%

(1) Porcentaje estimado con la población urbana servida con sistema de alcantarillado.

(2) Indicadores de gestión de 2006 y 2007 de SUNASS.

Fuente: Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015 e Indicadores de gestión de la SUNASS.

<sup>21</sup> El costo per cápita de obras de rehabilitación en tratamiento de aguas residuales estimado en el Plan Nacional de Saneamiento es de US\$ 14 por habitante servido.

La metodología empleada para determinar el índice de tratamiento de aguas residuales deberá cambiar en el futuro para considerar la Carga Orgánica Máxima Diaria como capacidad máxima de tratamiento, en lugar del Caudal de Diseño de la PTAR. Sin embargo, ello demandará que las EPS lleguen a efectuar no solo un control frecuente de la calidad de los afluentes y efluentes de sus plantas, sino también de la calidad de los desagües crudos vertidos directamente a los cuerpos receptores, de tal manera que pueda ser establecida la relación entre la carga orgánica removida y la carga orgánica recolectada por los sistemas de alcantarillado en el punto de vertido o de entrega a las PTAR.

## 5 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LAS EPS

La SUNASS, en ejercicio de su función supervisora y fiscalizadora de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS), cuenta con un inventario de las plantas de tratamiento de aguas residuales al 2007, su estado de operación y mantenimiento y la calidad del servicio que prestan. Esa información ha sido recopilada en las inspecciones de campo que los ingenieros especialistas en supervisión y fiscalización de la SUNASS han llevado a cabo en las empresas reguladas e información complementaria remitida por las EPS en el año 2007.

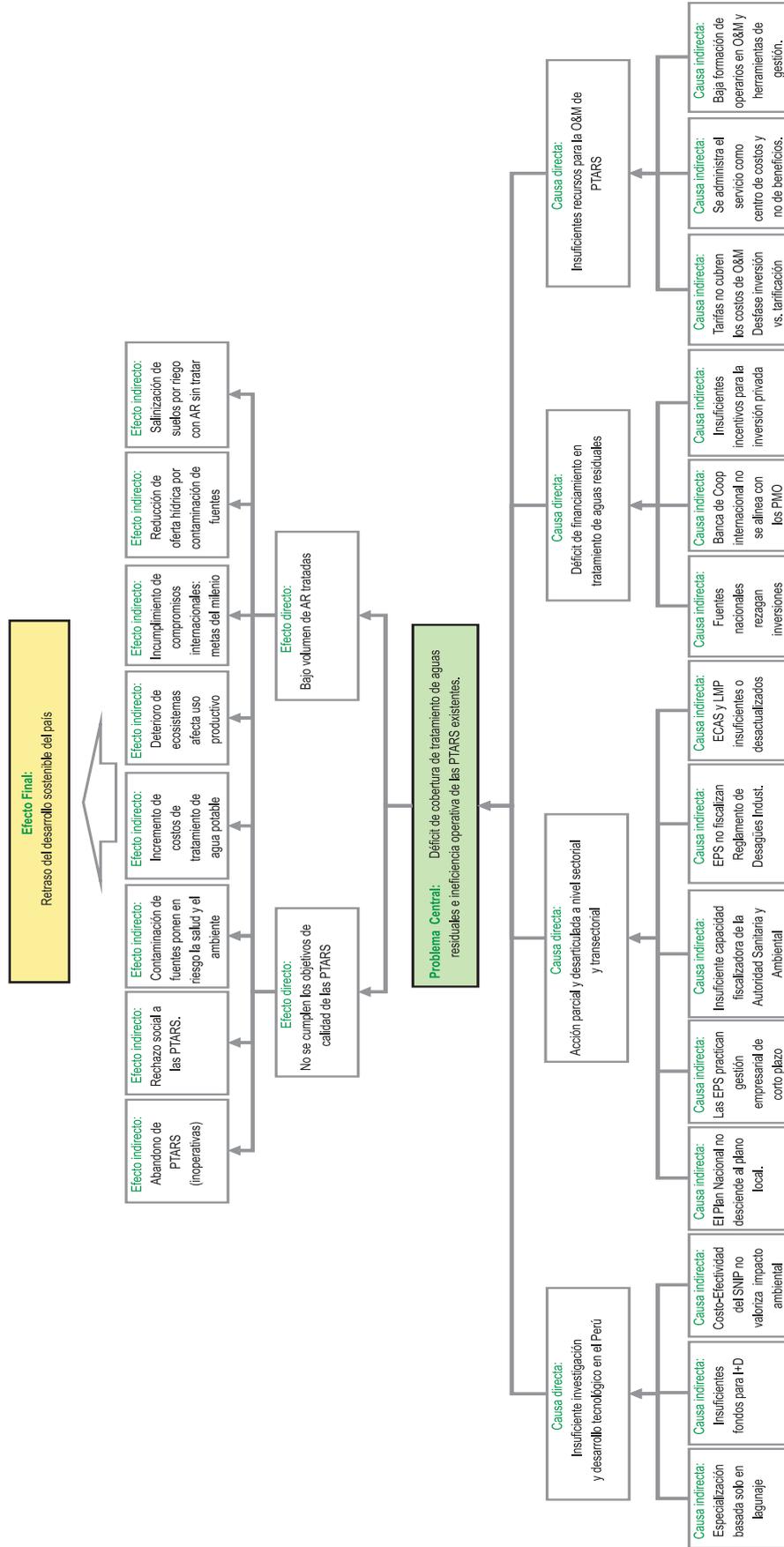
Sobre esa base se ha identificado que en las EPS los principales problemas en la gestión de las aguas residuales son: a) El déficit de cobertura de tratamiento y b) la ineficiencia operativa de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Las causas directas e indirectas de este problema, así como las consecuencias que acarrea, se sintetizan en el gráfico 1 y se listan a continuación:

- **Principales causas:**
  - √ Insuficiente investigación y desarrollo tecnológico en el Perú.
  - √ Acción parcial y desarticulada de las organizaciones del sector.
  - √ Insuficientes recursos destinados a la operación y mantenimiento de las PTAR.
  - √ Déficit de financiamiento para el tratamiento de las aguas residuales.
  
- **Principales consecuencias:**
  - √ Incumplimiento de los objetivos de calidad de las PTAR.
  - √ Bajo volumen de aguas residuales tratadas.

El desarrollo amplio de estas causas del problema y sus consecuencias se efectúa en los subsiguientes numerales.

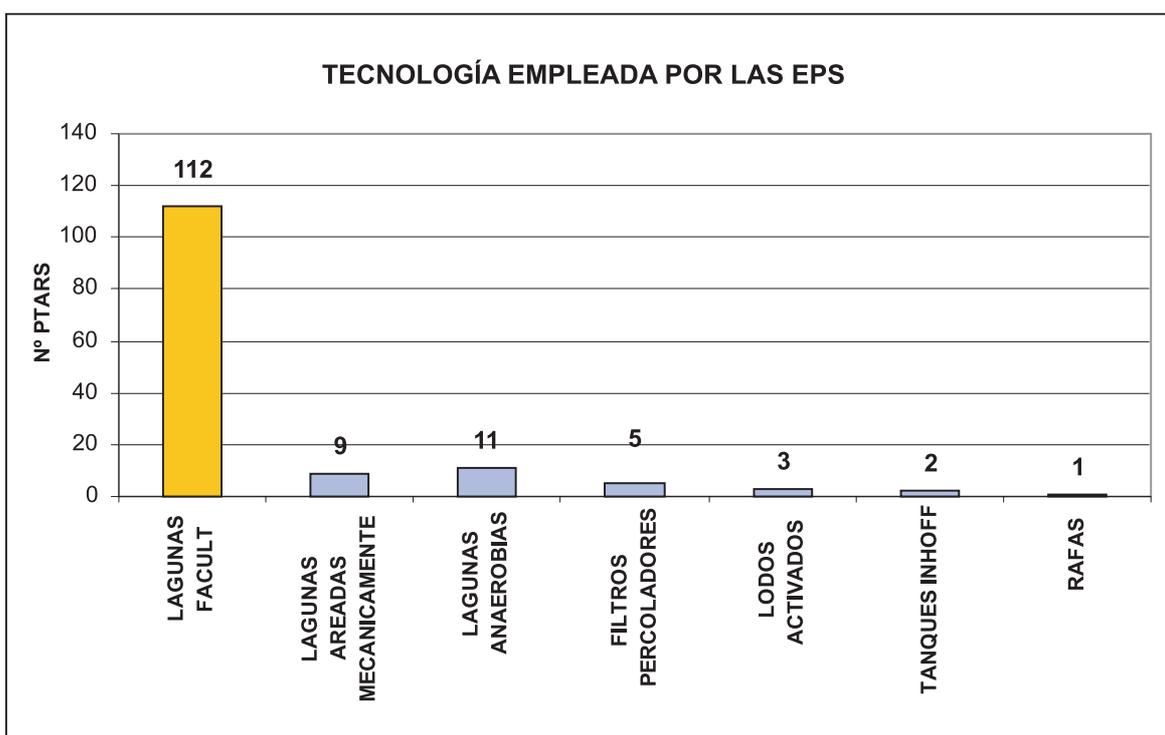
**Gráfico 1**  
**Árbol de causa - efecto en torno al problema del**  
**déficit de cobertura y eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales**  
**bajo administración de las EPS**



## 5.1 Insuficiente investigación y desarrollo tecnológico en el Perú

El inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales en las EPS de SUNASS de 2007 muestra que de las 143 PTAR, 92% se compone de lagunas de estabilización en sus diferentes variedades de comportamiento biológico (anaerobias, facultativas o aireadas), siendo las lagunas facultativas las más empleadas, 78% en 112 PTAR, como se muestra en el gráfico 2.

**Gráfico 2**  
**Inventario de plantas de tratamiento de AR**



Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en septiembre de 2007.

En cuanto al resto de tecnologías, solo existen cinco PTAR que operan con filtros percoladores, tres con lodos activados y una con un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA). Vale la pena mencionar que la única planta de lodos activados de tipo secuencial (SBR) es la de Puente Piedra y la administra SEDAPAL.

**Cuadro 6**  
**PTAR con tecnología distinta de las lagunas de estabilización**

Cod EPS	Nombre EPS	Localidad	Nombre Planta
<b>Ptars con Filtros Percoladores</b>			
015	EPSASA	HUAMANGA	LA TOTORA
015	EPSASA	HUANTA	CARLOS LA TORRE
026	SEDAPAL S.A.	SANTA ROSA	PTAR SANTA ROSA
030	SEDAPAR S.A.	AREQUIPA METROPOLITANA	PTAR CHILPINA
031	EPS - SEDACUSCO S.A.	CUSCO	SAN JERONIMO
<b>Ptars con Lodos Activados</b>			
026	SEDAPAL S.A.	PUENTE PIEDRA	PTAR PUENTE PIEDRA
026	SEDAPAL S.A.	EL AGUSTINO	PTAR NUEVA SEDE ATARJEA
026	SEDAPAL S.A.	SAN JUAN DE LURIGANCHO	PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO
<b>Ptars con Rafa (UASB)</b>			
026	SEDAPAL S.A.	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	PTAR JOSÉ GALVEZ

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en septiembre de 2007.

En cuanto al tamaño, la planta de tratamiento más grande del Perú es la de San Bartolo bajo operación de SEDAPAL. Tiene un caudal máximo de diseño de 1,7 m<sup>3</sup>/seg y está conformada por un conjunto de lagunas aireadas de mezcla completa y mezcla parcial, seguidas de lagunas de maduración y finalmente de instalaciones para la desinfección. Las 10 PTAR más grandes administradas por las EPS se indican en el cuadro 7.

**Cuadro 7**  
**Las 10 PTAR más grandes del Perú**

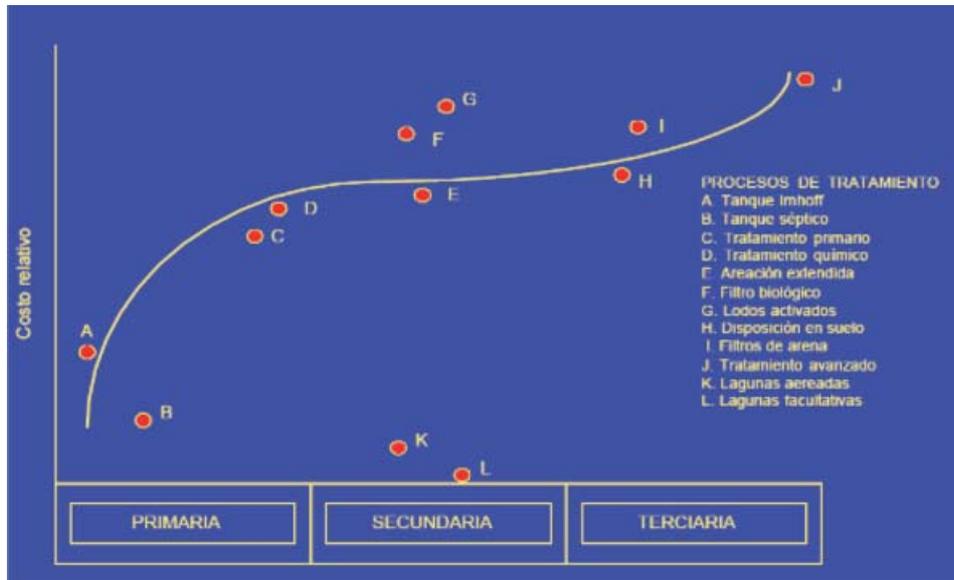
Rankig Tamaño	Cod EPS	Nombre EPS	Localidad	Nombre Planta	Tipo Genérico	Qmax (l/s)
1	026	SEDAPAL S.A.	LURIN	PTAR San Bartolo	LAM	1,700.00
2	028	SEDALIB S.A.	TRUJILLO	PTAR Covicorti	LAM	880.00
3	026	SEDAPAL S.A.	SAN JUAN DE MIRAFLORES	PTAR San Juan	LAM	800.00
4	029	EPSEL S.A.	CHICLAYO	PTAR 2-Chiclayo (San José)	LAN	618.00
5	015	EPSASA	HUAMANGA	LA TOTORA	FP	536.00
6	026	SEDAPAL S.A.	ATE-VITARTE	PTAR Carapongo	LAN	500.00
7	026	SEDAPAL S.A.	PUENTE PIEDRA	PTAR PUENTE PIEDRA	LACT - SBR	422.00
8	037	EMAPICA S.A.	ICA	Cachiche	LF	411.00
9	032	EPS GRAU S.A.	SULLANA	El Cucho	LF	380.00
10	031	EPS - SEDACUSCO S.A.	CUSCO	SAN JERONIMO	FP	320.00

LAM: Lagunas Aireadas Mecánicamente/FP: Filtros Percoladores/LACT: Lodos Activados/LF: Lagunas Facultativas/LAN: Lagunas Anaerobias./SBR: Secuencia Bach Reactor.

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en septiembre 2007.

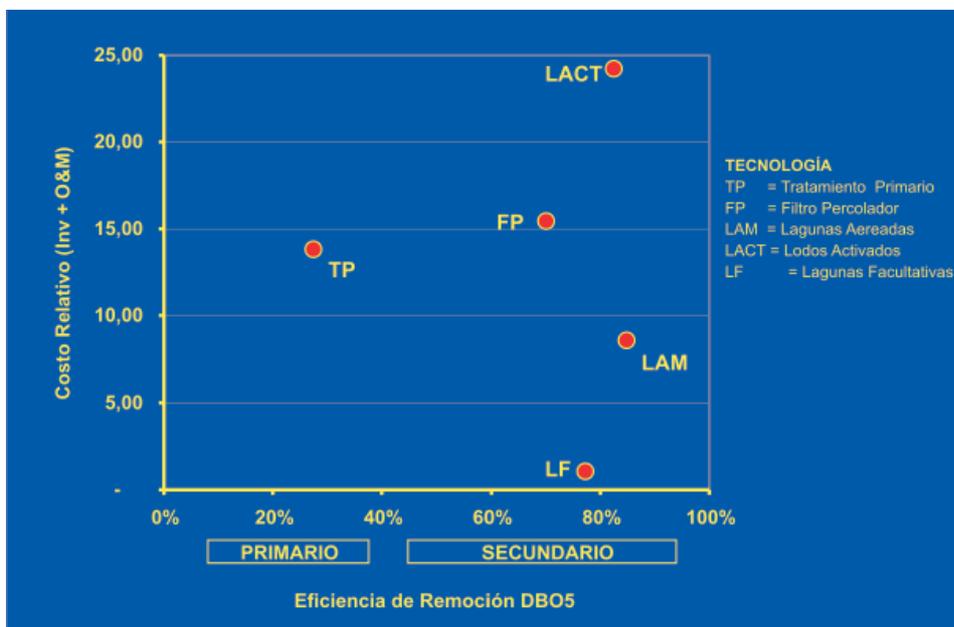
Probablemente la principal causa de que en el Perú las empresas prestadoras de servicios de saneamiento hayan invertido en la construcción de PTAR con lagunas de estabilización del tipo facultativo se deba a su bajo costo de inversión, operación y mantenimiento y a la elevada eficiencia en la remoción de materia orgánica en comparación con otras tecnologías, como se muestra en los gráficos 3 y 4. Además, solo las lagunas de estabilización, debido a sus largos periodos de retención (8 días como mínimo), logran la remoción de huevos o quistes de parásitos (helminthos), lo cual es una ventaja si de reuso de aguas residuales sin restricción se trata. Solo es comparable con procesos de precipitación química, que tienen costos adicionales de operación y mantenimiento.

**Gráfico 3**  
**Costo relativo de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales**



Fuente: Presentado por el ingeniero Ricardo Rojas Vargas en el Taller de Diseño y Dimensionamiento de PTAR del Instituto del Agua y Medio Ambiente (IAMA), abril de 2007, Lima, Perú.

**Gráfico 4**  
**Costo relativo de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales para PTAR de 200 l/s**



Nota: Basado en ecuaciones de costos de diversas publicaciones y calculado sobre la base de una PTAR de 200 l/s y costos de O&M a perpetuidad con tasa de 5% anual.

Sin embargo, cuando existen limitaciones para la disponibilidad de terreno, la PTAR está dentro de la zona urbana o la caracterización y las condiciones climatológicas lo exigen, es necesario usar otras tecnologías de eficiencia comparable pero que tienen mayores costos de inversión, operación y mantenimiento, como los filtros percoladores, los lodos activados y los RAFA, a los que hay que adicionar procesos de tratamiento avanzado como la precipitación química y la cloración para remover los quistes de nematodos intestinales y reducir la carga bacteriana, respectivamente. Esto se corrobora en el cuadro 7, donde se puede observar que las primeras siete PTAR más grandes en el Perú administradas por las EPS usan tecnologías distintas de las lagunas facultativas y que más bien operan con lagunas aireadas mecánicamente, lagunas anaerobias, filtros percoladores y lodos activados.

Como ejemplo podemos observar en el cuadro 8 que una PTAR de 500 l/s con lagunas facultativas necesitaría 43,2 hectáreas de terreno, mientras que el requerimiento de terreno con las otras alternativas no supera las cinco hectáreas.

**Cuadro 8**  
**Requerimientos de área por tipo de tecnología para PTAR de 500 l/s**

Tecnología	T (días)	h (m)	Área prom (Ha)
Lagunas Facultativas	10 - 20	1,5	43,20
Lagunas Aireadas	2 - 7	3 -5	4,86
Lagunas Anaerobias	1 - 5	2,5 - 5	3,46
Lodos Activados (A. Extend)	0,6 - 2	< 5	1,87
	Carga (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /día)		A prom (Ha)
Filtros Percoladores	1 - 3		2,16

Fuente: Norma Técnica OS-090 (rangos de Periodo de Retención-T, profundidad-h y carga hidráulica)

## 5.2 Acción parcial y desarticulada de las organizaciones del sector

### 5.2.1 Dispersión de competencias ambientales en torno al tratamiento de aguas residuales

Son varias las organizaciones del sector que tienen competencia en el sector saneamiento y específicamente en el tratamiento de aguas residuales, pero ejercen sus funciones de manera parcial y desarticulada por limitaciones operativas, económicas, sociales y políticas. Consecuentemente, sus planes operativos, actividades, indicadores y metas no están alineados con los objetivos del Plan Nacional de Saneamiento.

**Cuadro 9**  
**Matriz de competencia de las organizaciones vinculadas al sector**  
**y limitaciones para el ejercicio de sus funciones**

Organización	Competencia	Situación	Limitación
Empresas Prestadoras de Servicios (EPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Gestionar, operar y mantener eficientemente las PTAR.</li> <li>√ Tramitar ante la DIGESA la autorización sanitaria de tratamiento de aguas residuales y disposición sanitaria de aguas residuales domésticas (AS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ 11,2% PTAR inoperativas</li> <li>√ 35,7% PTAR sin mantenimiento</li> <li>√ 43,3% PTAR sobrecargadas Q</li> <li>√ 55,2% PTAR sin cribas</li> <li>√ 72% PTAR sin desarenador</li> <li>√ 60,8% PTAR sin medidor de Q</li> <li>√ 66% PTAR con eficiencia de remoción de <math>DBO_5 &lt; 80,0\%</math></li> <li>√ 48% PTAR con eficiencia de remoción de CF &lt; 99,0%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Ausencia de recursos económicos y humanos para la O&amp;M, obtención de la AS, formulación y evolución de proyectos del SNIP.</li> <li>√ Administración del servicio como centro de costos y no como centro de beneficios.</li> <li>√ Acumulación de pasivos (FONAVI, endeudamiento externo, etc).</li> <li>√ Limitación para supervisión de obras convocadas por otras entidades (municipalidades, gobiernos regionales) que serán transferidas a las EPS.</li> </ul>
DIGESA (Autoridad Sanitaria)	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Otorgar la autorización sanitaria para el funcionamiento de las PTAR, vertimiento y reuso de AR.</li> <li>√ Establecer los plazos de regularización de las PTAR que no cuentan con AS.</li> <li>√ Sancionar el incumplimiento de la Ley General de Aguas y su reglamento.</li> <li>√ Supervisar y fiscalizar la correcta O&amp;M de las PTAR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ 6,3% de las PTAR con autorización sanitaria (AS) vigente.</li> <li>√ 0% de plazos establecidos de oficio.</li> <li>√ Ninguna EPS sancionada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Insuficientes recursos para efectuar acciones de oficio.</li> <li>√ Ausencia de reglamento de infracciones y sanciones.</li> </ul>
Ministerio del Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Dirigir el sistema nacional de gestión ambiental.</li> <li>√ Elaborar y aprobar los ECA y LMP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ ECA de agua aprobado el 31.07.2008</li> <li>√ LMP de emisiones industriales al sistema de alcantarillado (pendiente)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Reglamento de implementación de ECA agua (pendiente).</li> <li>√ Debe esperar la opinión favorable de los sectores, falta aplicar Silencio Administrativo Positivo.</li> </ul>
Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Ejercer control y vigilancia para prevenir y combatir los efectos de la contaminación del mar, ríos y lagos navegables.</li> <li>√ Sancionar administrativamente a los infractores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ intervenciones mínimas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ DIGESA debe primero establecer las metas de calidad de cada vertimiento en la autorización sanitaria o estos deben estar establecidos en el PAMA aprobado por el sector correspondiente.</li> </ul>

Organización	Competencia	Situación	Limitación
SUNASS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Regular los servicios de las EPS.</li> <li>✓ Aprobar planes maestros optimizados (PMO) que incluyan costos de O&amp;M de las PTAR y el servicio de la deuda.</li> <li>✓ Establecer metas de calidad del servicio de AR.</li> <li>✓ Autorizar los incrementos tarifarios necesarios.</li> <li>✓ Fiscalizar que la O&amp;M de las PTAR cumplan las normas técnicas.</li> <li>✓ Supervisar y sancionar el incumplimiento de metas.</li> <li>✓ Fijar la tarifa por venta de AR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se ha propuesto modificar las estructuras tarifarias para incorporar la variable calidad de los desagües industriales.</li> <li>✓ 12/50 empresas con PMO al mes de agosto de 2008.</li> <li>✓ Los PMO aprobados no establecen metas de calidad del servicio de tratamiento de AR, solo metas de cobertura de AR.</li> <li>✓ Diversas acciones de supervisión, fiscalización y sanción en materia de tratamiento de aguas residuales</li> <li>✓ No se ha fijado la tarifa de venta de AR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Largo proceso de aprobación de PMO.</li> <li>✓ DIGESA previamente debe entregar la Autorización Sanitaria para fijar las metas de calidad de efluentes de PTAR.</li> <li>✓ Retraso en aprobación de LMP de efluentes industriales dificulta la formulación de una tarifa por exceso de carga contaminante.</li> </ul>
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaborar y dirigir la política sectorial en materia de tratamiento de AR.</li> <li>✓ Canalizar el financiamiento para el tratamiento de AR.</li> <li>✓ Promover la construcción de PTAR.</li> <li>✓ Promover la sostenibilidad de las inversiones.</li> <li>✓ Promover la participación del sector privado.</li> <li>✓ Aprobar los Planes de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de las PTAR existentes que no cumplen los niveles de calidad de sus efluentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sostenibilidad de las inversiones en riesgo por ineficiencia operativa y ausencia de mantenimiento.</li> <li>✓ 2 proyectos de participación del sector privado en el tratamiento de AR (La Chira y La Taboada).</li> <li>✓ 12 PAMA aprobado por el Sector para la obtención de la Autorización Sanitaria de DIGESA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presión por ejecutar inversiones</li> <li>✓ Insuficiente capacidad fiscalizadora y resolutiva para aprobar EIA y PAMAS.</li> </ul>
Ministerio de Economía y Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Normar y dirigir el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).</li> <li>✓ Avalar los endeudamientos externos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 369 millones de dólares invertidos.</li> <li>✓ 3 endeudamientos para Sedapal y Sedalib.</li> <li>✓ Supuesto de sostenibilidad del SNIP es la transferencia a las EPS, pero no es la inclusión en el PMO y su aprobación para cubrir los costos de O&amp;M.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presión por viabilizar inversiones rápidamente y asegura el uso eficiente de los fondos.</li> <li>✓ Largo proceso para otorgar viabilidad de inversiones.</li> <li>✓ Recursos Humanos de unidades formuladoras insuficientemente formados y capacitados.</li> </ul>

Fuente: Normas nacionales vigentes y documentos de fuentes secundarias.

### 5.2.2 Informalidad en la construcción y operación de las PTAR

Si bien la normatividad nacional exige que toda planta de tratamiento de aguas residuales cuente con autorización sanitaria de funcionamiento, solo nueve de ellas la tienen y 12 cuentan con un plan de adecuación y manejo ambiental (PAMA) aprobado por el MVCS; es decir, solo 14,7 % de las 143 PTAR tienen tal documentación, como se muestra en el cuadro 10.

**Cuadro 10**  
**PTAR con autorización sanitaria o PAMA**

Nombre EPS	Localidad	Nombre Planta	Tipo GEN	R.D. N°	Uso del Efluente (II)
EMAPISCO S.A.	PISCO	Boca del Río	LAN	0610-00/DIGESA/SA	RIO/QUEBRADA
SEDACHIMBOTE S.A.	NUEVO CHIMBOTE	CENTRO SUR - PAMPAS DE ATAHUALPA	LF	0471/98/DIGESA/SA	MAR
SEDAPAL S.A.	PUENTE PIEDRA	PTAR PUENTE PIEDRA	LACT	1209/2007/DIGESA/SA	RIO/QUEBRADA
SEDAPAL S.A.	ANCON	PTAR Ancon	LAN	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	ANCON	PTAR Jerusalem	LF	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	SANTA ROSA	PTAR SANTA ROSA	FP	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	VENTANILLA	PTAR Ventanilla	LF	PAMA	AGRICOLA
SEDAPAL S.A.	ATE-VITARTE	PTAR Carapongo	LAN	1997/2005/DIGESA/SA	RIO/QUEBRADA
SEDAPAL S.A.	EL AGUSTINO	PTAR NUEVA SEDE ATARGEA	LACT	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	SAN JUAN DE LURIGANCHO	PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO	LACT	1286/2003/DIGESA/SA	RIO/QUEBRADA
SEDAPAL S.A.	LURIN	PTAR San Bartolo	LAM	0704/2003/DIGESA/SA	AGRICOLA
SEDAPAL S.A.	LURIN	PTAR San Pedro de Lurin	LAN	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	LURIN	PTAR Julio C. Tello	LAM	PAMA	RIO/QUEBRADA
SEDAPAL S.A.	LURIN	PTAR Nuevo Lurin	LF	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	PACHACAMAC	PTAR Punta Hermosa	LF	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	PUCUSANA	PTAR Pucusana	LF	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	SAN JUAN DE MIRAFLORES	PTAR San Juan	LAM	0306/2001/DIGESA/SA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	PTAR JOSE GALVEZ	RAFA	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	VILLA EL SALVADOR	PTAR Huascar	LAM	0677/2000/DIGESA/SA	RIEGO AREAS VERDES
SEDAPAL S.A.	VILLA EL SALVADOR	PTAR Parque 26	LAM	PAMA	RIEGO AREAS VERDES
EMAPICA S.A.	PARCONA	Yaurilla	LF	465-99/DIGESA/SA	AGRICOLA

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en agosto de 2007.

Esta situación se ha generado debido a que la Autoridad Sanitaria (DIGESA) se encuentra limitada para ejercer su facultad fiscalizadora y sancionadora sobre las EPS, y no exige que las EPS tramiten la autorización sanitaria y regularicen su situación. Dicha limitación se refiere a la débil capacidad de respuesta técnica y económica por parte de las EPS para sufragar las mejoras en las PTAR, garantizar la calidad de sus efluentes de fuentes industriales y controlar la eficiencia operativa de sus PTAR. De esta forma se crea un círculo vicioso entre el administrador y el administrado.

### 5.2.3 Informalidad en el reuso de aguas residuales

La normatividad exige que previamente al uso de las aguas residuales para fines agrícolas se debe contar con una autorización sanitaria. De las 143 PTAR de las EPS, los efluentes de 61 PTAR (150,6 millones de m<sup>3</sup>/año) se emplean para el riego agrícola mientras que los efluentes de 12 PTAR (20,1 millones de m<sup>3</sup>/año) se emplean para el riego de áreas verdes recreativas, como se muestra en el cuadro 11.

**Cuadro 11**  
**Destino de los efluentes de las PTAR**

Uso de Efluentes	Nº PTAR	%	Vol. Tratado m <sup>3</sup> /año	%
USO AGRÍCOLA (CUALQUIER TALLO)	61	42,66%	150 660 620	58,3%
DESCARGA AL MAR	37	25,87%	26 803 546	10,4%
DESCARGA A RIO O QUEBRADA	28	19,58%	55 973 556	21,7%
RIEGO DE AREAS VERDES RECREATIVAS	12	8,39%	20 087 171	7,8%
DESCARGA A LAGO	2	1,40%	4 495 141	1,7%
INFILTRACIÓN EN EL SUELO	3	2,10%	197 090	0,1%
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>	<b>258 217 124</b>	<b>100%</b>

Nota: Las PTAR inoperativas están incluidas en el número de PTAR, pero el volumen tratado es 0 m<sup>3</sup>/año. Se considera el caudal total que pasa por las PTAR.

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en septiembre de 2007.

Por un lado, solo tres de las 61 PTAR cuyos efluentes se emplean para fines agrícolas tienen autorización sanitaria o PAMA para el reuso, como se aprecia en el cuadro 10. Por otro lado, todas las plantas cuyos efluentes se emplean para el riego de áreas verdes cuentan con un PAMA y esas plantas son administradas por SEDAPAL.

Si nos atenemos a los ECA establecidos en el Reglamento de la Ley General de Aguas según el tipo de uso, observamos que en el caso de aguas de uso III (aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales) se obtiene que solo una de las 73 PTAR cuyo efluente se emplea en agricultura o riego de áreas verdes cumple con los ECA de DBO<sub>5</sub> y CF, según se aprecia en el cuadro 12.

**Cuadro 12**  
**Estado de cumplimiento de los ECA para el caso de aguas de uso III**

PARÁMETRO	Si	No	S.I.	Total	%
DBO5	6	56	11	73	8,2%
CF	6	55	12	73	8,2%
DBO5 Y CF	1	59	13	73	1,4%

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en septiembre 2007.

Por su parte, en el caso de aguas de uso VI (aguas de zonas de preservación de Fauna Acuática y Pesca Recreativa o Comercial) se obtiene que ninguna de las 67 PTAR cuyo efluente se vierte a ríos, quebradas, lagos o al mar, cumple con los ECA de DBO5 y CF, tal como se aprecia en el cuadro 13.

**Cuadro 13**  
**Estado de cumplimiento de los ECA para el caso de aguas de uso VI**

PARAMETRO	Si	No	S.I.	Total	%
DBO5	3	50	14	67	4,5%
CF	5	47	15	67	7,5%
DBO5 Y CF	0	51	16	67	0,0%

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en septiembre 2007.

Las PTAR restantes infiltran en el suelo (3), completando las 143 plantas bajo administración de las EPS. Como se aprecia, también han sido contabilizadas las unidades que actualmente se encuentran inoperativas mediante el uso de resultados históricos de la calidad de sus efluentes.

El Reglamento de la Ley de Aguas, en su artículo 97° inciso c, también señala que para los frutales de cultivo no rastrero y tubérculos se podrá permitir el uso de aguas servidas sometidas a tratamiento secundario (filtros biológicos, filtros de arena, lodos activados, zanjas de oxidación y lagunas de estabilización).

Por su parte, las Directrices de la OMS<sup>22</sup> señalan que solo deberán emplearse lagunas de estabilización con periodo de retención mínimo de ocho días para el riego de plantas de tallo alto, lo que indica que se prioriza la remoción de huevos de parásitos y, además, se debe dejar de regar dos semanas antes de la cosecha y se prohíbe el riego por aspersión. Esta directriz recomienda como LMP de la presencia de huevos de helmintos 1 huevo/litro, mientras que para la presencia de coliformes no establece una recomendación ya que considera que el único grupo humano expuesto son los trabajadores. Mientras que en el caso de riego de cultivos que se consumen crudos donde los consumidores y trabajadores se encuentran expuestos recomienda  $CF < 1000$  NMP/100 ml y en el caso de que el público en general se encuentre expuesto, como en el riego de prados públicos, recomienda  $CF < 200$  NMP/100 ml. Se aprecia que estas directrices no recomiendan estándares para la Demanda Bioquímica de Oxígeno para uso agrícola.

Por otro lado, los nuevos Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua aprobados por el Ministerio del Ambiente mediante D.S. 002-2008-MINAM, próximos a implementarse mediante reglamento, fijan como estándar para riego de vegetales de tallo alto  $CF < 2000$  NMP/100 ml y de tallo bajo  $CF < 1000$  NMP/100 ml, mientras que para ambos casos el

<sup>22</sup> Serie de Informes Técnicos 778/OMS.

estándar para la presencia de huevos de helmintos es menor a 1 huevo/litro y para el nivel de DBO<sub>5</sub> es de 15 mg/l. Ello quiere decir que los nuevos ECA de CF son más exigentes que las Directrices de la OMS en cuanto al riego de vegetales de tallo alto y equivalentes en tallo bajo, en cuanto a huevos de helmintos son equivalentes en ambos tipos de tallo, mientras que en DBO<sub>5</sub> los ECA nacionales son más exigentes en ambos tallos.

Si apreciamos el nivel de cumplimiento de los estándares fijados por el Reglamento de la Ley General de Aguas para aguas de uso III (Cuadro 12), cuyos valores en cuanto a DBO<sub>5</sub> son idénticos a los nuevos ECA y en cuanto a CF muy próximos, es sencillo pronosticar que los nuevos estándares de calidad ambiental tampoco serán cumplidos en las PTAR existentes si no se implementa un programa de mejoramiento y rehabilitación de las mismas.

### 5.3 Déficit de financiamiento en tratamiento de aguas residuales

Tal como se ha señalado, existe un déficit de inversiones de US\$ 978 millones para alcanzar la meta de 2015 en tratamiento de aguas residuales domésticas. El Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015 considera un esquema de financiamiento para el periodo 2009-2015 que incluye las inversiones en agua y alcantarillado, pero no cuenta con recursos concertados.

**Cuadro 14**  
**Política de financiamiento para el periodo 2006-2015**

Fuente de financiamiento	Porcentaje
1. Recursos ordinarios (gobiernos regionales y locales)	13%
2. Endeudamiento externo (1)	25%
3. Donaciones	11%
4. SEDAPAL	10%
5. Recursos propios de las EPS (2)	4%
6. Participación del sector privado	31%
7. Contrapartida nacional (endeudamiento externo, PSP)	6%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

(1) Considera un techo de endeudamiento externo de US\$ 100 millones por año.

(2) Considera la inversión promedio histórica de las EPS.

Fuente: Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015.

Se observa que el mayor peso del financiamiento recae en la participación del sector privado (31%). Sin embargo, a la fecha solo existen dos iniciativas privadas para el financiamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales: La Taboada (14 m<sup>3</sup>/seg) y La Chira (8 m<sup>3</sup>/seg)<sup>23</sup>.

El segundo componente de financiamiento de mayor relevancia es el endeudamiento externo (25%). Este mecanismo está ligado al pago del servicio de la deuda por parte del operador, es decir, la empresa prestadora de servicios con el aval del Estado peruano.

<sup>23</sup> La experiencia actual del Perú en torno a este tema se reduce al contrato BOT (Build, Operate and Transfer) de la planta de tratamiento de agua potable del río Chillón, en Lima, con capacidad de 2,5 m<sup>3</sup>/seg, a través del Consorcio Agua Azul S.A., en el cual la empresa privada invierte durante los primeros dos años en la construcción de la planta, la opera por 25 años y al finalizar la transfiere a SEDAPAL. Por su parte, SEDAPAL garantiza la compra del agua en bloque durante los 25 años de operación en manos del operador privado.

Una de las principales experiencias de este tipo, por el monto de financiamiento, es el Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de la Zona Sur de Lima (Mesías) de SEDAPAL.

Dicho proyecto comprende la construcción de tres plantas de tratamiento en San Bartolo (1,7 m<sup>3</sup>/seg), Huáscar (0,5 m<sup>3</sup>/seg) y San Juan (1 m<sup>3</sup>/seg). Su ejecución requirió un endeudamiento por US\$ 110 millones con el Banco de Cooperación Internacional del Japón y una contrapartida nacional de US\$ 40 millones. El monto ejecutado ascendió a US\$ 122,3 millones porque no se ejecutaron todos los componentes del proyecto original. El proyecto Mesías ha tenido varios inconvenientes desde su ejecución hasta su actual puesta en operación, entre ellos podemos mencionar:

- √ El litigio legal entre la Municipalidad de Lurín y SEDAPAL por la descarga de los efluentes de San Bartolo en el río Lurín.
- √ La explosión de la línea de conducción de aguas residuales crudas a la PTAR San Bartolo por la falla de una válvula de purga de gases.
- √ El colapso de uno de los diques debido a supuestas fallas en el procedimiento constructivo de las juntas de dilatación entre las losas de concreto que revisten las lagunas, lo ha conllevado a reducir la altura hidráulica de operación, lo que sumado a que la carga orgánica real superó la proyectada, se obtiene un caudal de operación de 0,8 m<sup>3</sup>/seg.

El tercer componente del esquema de financiamiento con mayor relevancia son los recursos ordinarios del gobierno regional y gobierno local (13%). La obra, una vez ejecutada y liquidada, es transferida a la EPS y pasa a formar parte de sus activos y patrimonio y de esta manera es capitalizada por la EPS. Este mecanismo incluye los proyectos de Agua Para Todos con recursos transferidos del gobierno central al gobierno regional, local y la misma EPS.

Por último, el mecanismo de donaciones (11%) o aporte financiero es uno de los más aplicados por la cooperación internacional para asegurar la colocación de sus créditos. La donación destinada al financiamiento de obras de saneamiento casi siempre se encuentra ligada a la aceptación de un monto de endeudamiento para financiar obras de agua potable. Un ejemplo de este esquema de financiamiento es la PTAR La Tatora de Ayacucho (350 l/s), cuya ejecución formó parte de un aporte financiero de US\$ 5,54 millones asociado a un endeudamiento por US\$ 8,31 millones para obras de agua potable.

### 5.3.1 Financiamiento de la cooperación internacional

Es necesario en este punto, hacer una revisión del listado de plantas de tratamiento de aguas residuales que han sido ejecutadas con financiamiento de la cooperación internacional, ya sea mediante un esquema de endeudamiento externo o aporte financiero. Entre las entidades de financiamiento están el Banco Estatal de Crédito para la Reconstrucción y el Desarrollo (KfW, de Alemania), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial, el Banco de Cooperación Internacional del Japón (JBIC), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y la Corporación Andina de Fomento (CAF), entre otros.

**Cuadro 15**  
**Plantas de tratamiento de aguas residuales ejecutadas con financiamiento externo**

PTAR (en operación)	Capacidad nominal	EPS	Entidad Financ.	Esquema de Financ.	Fecha Cont.	Monto millones US\$
Boca del Río (2000)	140 l/s	EMAPISCO	KfW	Aporte financ.	1997	3,98
La Totorá (2004)	536 l/s	EPSASA	KfW	Aporte financ.	1999	5,54
Puente Piedra (2006)	422 l/s	SEDAPAL	BIRF-3811	Endeudamiento	1994	4,38
San Bartolo (2008)	1700 l/s	SEDAPAL	JBIC-P16	Endeudamiento	1996	110,0
San Juan (2000)	800 l/s	SEDAPAL				
Huáscar (2003)	170 l/s	SEDAPAL				
Covicorti (1998)	880 l/s	SEDALIB	KfW	Endeudamiento	1994	18,97
Cortijo (1998)	263 l/s	SEDALIB				

Basado en la serie histórica de desembolsos 1990–2006 de la Dirección de Endeudamiento del MEF.

Se observa que el mecanismo de endeudamiento ha sido aplicado en EPS grandes como SEDALIB y SEDAPAL a través del BIRF, JBIC y KfW, mientras que el mecanismo de Aporte Financiero o Donación ha sido aplicado por la KfW en empresas de mediano tamaño, como EMAPISCO S.A. y EPSASA.

Independientemente del esquema de financiamiento, una vez que la infraestructura entra en funcionamiento demanda recursos para sufragar los costos de operación y mantenimiento. Si el esquema de financiamiento es por endeudamiento, además hay que cubrir el servicio de la deuda según las condiciones pactadas con la entidad financiera (intereses, comisiones y periodo de gracia).

Dado que los servicios de saneamiento se desarrollan con un esquema regulado, al encontrarse de manera natural en un mercado monopólico, el que estas EPS asuman los costos mencionados sin que su impacto económico-financiero en las operaciones futuras haya sido evaluado y por consiguiente considerado en la fórmula tarifaria, podría conducir finalmente al abandono de la infraestructura por falta de mantenimiento o a que los objetivos de calidad para la cual fue diseñada no se cumplan por una incorrecta operación.

**Cuadro 16**  
**Estudios tarifarios en EPS con financiamiento externo**

EPS	Último incremento tarifario	Última fórmula tarifaria autorizada por SUNASS	Aprobada y aplicada por la EPS	Incluye costos de O&M de la PTAR y el servicio de la deuda
EMAPISCO S.A.	Feb. 1998	2002–2006 (nov. 2001)	No	Sí
EPSASA S.A.	Mayo 2001	2006–2010 (feb. 2007)	Sí (2007)	Sí
SEDAPAL	Ago. 2006	2006–2010 (jul. 2006)	Sí	Sí
SEDALIB	Abr. 2001	2006–2010 (ene. 2007)	Si (2007)	Sí

Fuente: Estudios tarifarios elaborados por SUNASS.

De las cuatro EPS que han contado con financiamiento externo para la construcción de sus plantas de tratamiento de aguas residuales sólo SEDAPAL aprobó oportunamente la fórmula tarifaria autorizada por SUNASS, no solo en el quinquenio 2006-2011 sino también en el anterior, razón por la cual los costos de operación y mantenimiento de sus PTAR y el servicio de la deuda están cubiertos por la tarifa aprobada. En el caso específico de la PTAR San Bartolo, los costos de operación y mantenimiento de dicha infraestructura han sido incorporados en el PMO que fuera reajustado por incremento de inversiones para el periodo 2008-2011, dado que dicha PTAR entro en operación a partir de 2007.

En el caso de la PTAR Boca del Río de EMAPISCO S.A., esta entró en operación en el año 2000; sin embargo la empresa no aprobó la fórmula tarifaria para el periodo 2002-2006 y mantiene la misma tarifa desde 1998. La Planta La Totorá de EPSASA S.A. entró en operación en 2004 y recién en diciembre de 2007 se ha logrado aprobar su fórmula tarifaria para el periodo 2006-2012; manteniendo el mismo nivel tarifario hasta que a fines de 2008 cuando la SUNASS verifique el cumplimiento de sus metas de gestión. Cabe señalar que aunque en estos casos el esquema de financiamiento fue el aporte financiero para la construcción de las PTAR, dicha donación está asociada a un endeudamiento para obras de agua potable y alcantarillado, cuyo servicio de la deuda, además de los nuevos costos de O&M, ejercen presión financiera sobre las EPS y pone en riesgo su liquidez y solvencia.

En el caso de las PTAR Cortijo y Covicorti de SEDALIB S.A., estas entraron en operación en 1998 y sus costos de O&M estuvieron considerados en el incremento tarifario de abril de 2001, no así el servicio de la deuda que debe pagarse a partir del quinquenio 2006-2010. La fórmula tarifaria de SEDALIB S.A. ha sido recientemente aprobada en setiembre de 2007 con un reajuste automático desde el primer año de 11%, habiendo mantenido sus niveles tarifarios por 7 años.

La explicación del desencuentro entre la inversión y la regulación tarifaria quizá se encuentra en la inoperancia del artículo 36 de la Ley General de los Servicios de Saneamiento,<sup>24</sup> el cual establecía que una vez aprobadas las fórmulas tarifarias por la SUNASS, correspondía a la junta general de accionistas de la EPS aprobar las nuevas tarifas. Este paso importante y clave no solía darse debido a la injerencia política, que no sólo dañaba la gestión empresarial, sino que también afectaba el ejercicio regulatorio.

Con esa experiencia, el artículo 36 fue derogado el 12 de agosto de 2006, cuando entró en vigencia la Ley para Optimizar la Gestión de las EPS.<sup>25</sup> Con la derogación del mencionado artículo queda vigente el artículo 35 de la Ley General de los Servicios de Saneamiento, que establece que las fórmulas tarifarias aprobadas por la SUNASS son de aplicación obligatoria, lo que ha permitido en el año 2007 aprobar las nuevas fórmulas tarifarias de EPSASA S.A., SEDALIB S.A. y SEDAPAL S.A., entre otras.

Las inversiones en PTAR, entre las que se cuenta aquellas financiadas por la cooperación internacional, generar un nuevo flujo de caja en las finanzas de las EPS para cubrir los nuevos costos de operación y mantenimiento de la infraestructura y también del servicio de la deuda, en cuyo caso es imprescindible el ejercicio de la regulación tarifaria a través de la elaboración y aprobación del Plan Maestro Optimizado (PMO) para garantizar su eficacia y sostenibilidad.

<sup>24</sup> Ley 26338

<sup>25</sup> Ley 28870.

### 5.3.2 Sostenibilidad de las inversiones

Es un hecho que toda inversión en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales que no cuente con el necesario respaldo económico para sufragar sus costos de operación y mantenimiento está destinada al fracaso.

**Cuadro 17**  
**Estado de la operación y mantenimiento de las PTAR administradas por las EPS**

<b>Estado de Operación</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>
PTAR INOPERATIVAS (TODAS LAGUNAS)	16	11%
PTAR OPERATIVAS SIN LAGUNAJE	11	8%
PTAR OPERATIVAS CON LAGUNAJE	116	81%
<b>Estado de Mantenimiento (PTAR Operativas con Lagunaje)</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>
PTAR SOLO ARENADAS Y CON EXCESO DE LODO	34	29%
PTAR SOLO CON MACRÓFITAS Y MALEZA	7	6%
PTAR CON ARENADAS, CON EXCESO DE LODO, MACRÓFITAS y MALEZA	10	9%
PTAR SIN ARENAS, EXCESO DE LODOS, MACRÓFITAS NI MALEZA	36	31%
PTAR SIN INFORMACIÓN DE SU ESTADO	29	25%
<b>Nº Plantas con Sobrecarga de Caudal</b>	<b>55</b>	<b>43%</b>

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en agosto de 2007.

La evaluación de las 143 plantas de tratamiento administradas por las EPS a nivel nacional al 2007 permitió conocer que 16 de ellas se encuentran inoperativas (Anexo 1) por diversas causas y al menos 50 (de las que se tiene información) presentan alguna deficiencia de mantenimiento (arenamiento, exceso de lodos, maleza y macrófitas). Además, 43% de las plantas reciben un caudal mayor al de diseño, lo cual sólo sería viable si la carga orgánica del afluente fuera menor al inicialmente diseñado. De darse ese caso, implicaría que la PTAR habría sido sobredimensionada para el horizonte del proyecto, lo que es un error de diseño. No se conocen casos documentados en el Perú en los que debido al control de la EPS sobre los efluentes industriales que ingresan al alcantarillado se haya mejorado la calidad del afluente de la planta de tratamiento.

Esta situación no es aislada, ya que las únicas EPS que al 2007 contaban con fórmulas tarifarias que permitían cubrir los costos de O&M de sus plantas de tratamiento de aguas residuales existentes o futuras son ATUSA (2005-2009), SEDALIB (2006-2010), SEDAPAL (2001-2005; 2006-2010), SEDAPAR (2007-2011), HUACHO (2001-2005; 2007-2011), SEDACUSCO (2001-2005; 2007-2011) Y SEDACAJ (2007-2011). El resto de EPS no han tenido incrementos tarifarios desde que la SUNASS implementó el Programa de Reestructuración Tarifaria (1997 a 1999) o el Plan de Acciones Inmediatas (PAI) del año 2001, ninguno de los cuales tenía un horizonte de evaluación de más de un año.

Para superar esta situación, tal como se ha mencionado, la SUNASS y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento promovieron la promulgación de la Ley de Optimización de las EPS,<sup>26</sup> la que derogó la intervención de la junta general de accionistas en la aprobación de las tarifas y estableció la obligatoriedad de su aplicación una vez que fuera promulgada por la SUNASS.

<sup>26</sup> Ley 28870 del 12 de agosto de 2006.

Asimismo, el Reglamento de la Ley General de Servicio de Saneamiento fue modificado<sup>27</sup> para otorgarle a la SUNASS la facultad de elaborar de oficio el plan maestro optimizado (PMO) de las EPS, cuando este no pueda ser presentado por la EPS en los plazos previstos por la SUNASS debido a las propias limitaciones de la empresa.

Para fortalecer esta nueva etapa de la regulación tarifaria, SUNASS y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento suscribieron en septiembre de 2007 un convenio a través del cual el ente rector se compromete a financiar la elaboración de los planes maestros optimizados de las empresas de agua municipales que así lo requieran y la SUNASS se compromete a seguir brindando asesoría técnica para su correcta elaboración.

Como consecuencia de ello, al mes de agosto de 2008 ya existían 13 EPS con PMO y fórmula tarifaria aprobada: ATUSA, SEDAPAL, EMAPA HUACHO, SEDACAJ, SEDACUSCO, SEDAPAR, SEDALIB, EPS TACNA, EMUSAP ABANCAY, EPS MOYOBAMBA, EPSASA, EPS CHAVÍN Y EPS SIERRA CENTRAL, encontrándose otras 7 EPS con proyecto de fórmula tarifaria y 5 EPS con admisibilidad de su PMO.

#### **5.4 Insuficientes recursos para la O&M de las PTAR**

En la matriz de competencias se ve que los recursos destinados por las EPS a la operación y mantenimiento de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales son insuficientes y se encuentran incluso por debajo de los costos eficientes definidos por SUNASS en los PMO.

Para corroborar esta afirmación, lo ideal sería comparar los primeros con los costos reales ejecutados por las EPS. Sin embargo, debido a que la mayoría de las EPS no aplican la contabilidad de costos, no es posible desagregar los gastos incurridos en la prestación del servicio de tratamiento de agua residuales del resto de servicios. Para cubrir el vacío en este aspecto, así como en otros de competencia regulatoria, la SUNASS ha programado convocar un concurso público en 2008-2009 para la elaboración de un manual de contabilidad regulatoria para las EPS.

No obstante, la afirmación puede corroborarse de manera indirecta a través de la evaluación del estado de operación y mantenimiento de las PTAR administradas por las EPS, situación que se trata en los siguientes acápite.

##### **5.4.1 Principales deficiencias en la operación**

Los principales factores que afectan la operación de las PTAR son la falta de control sobre el caudal y la calidad de los afluentes y efluentes tratados. En la evaluación de las PTAR administradas por las EPS se identificó que solo 26,6% de ellas tenían medidores de caudal, elemento necesario para determinar la carga orgánica que ingresa a la PTAR. Además, solo 70,6% de las PTAR tenían datos del nivel de  $DBO_5$ , mientras que solo 69,2% contaban con datos del nivel de coliformes fecales, tanto en afluentes como en efluentes.

<sup>27</sup>

Mediante Decreto Supremo N° 016-2005-VIVIENDA del 6 de agosto de 2005.

**Cuadro 18**  
**Principales problemas de operación de las PTAR**

<b>Control de Caudal del Afluyente</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>
PTAR CON MEDIDOR DE CAUDAL	38	26.6%
PTAR SIN MEDIDOR DE CAUDAL	87	60.8%
PTAR SIN INFORMACIÓN	18	12.6%
<b>Monitoreo de la Calidad (Dbo<sub>5</sub>)</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>
PTAR CON DATOS	101	70.6%
PTAR INOPERATIVAS	16	11.2%
PTAR SIN INFORMACIÓN	26	18.2%
<b>Monitoreo de la Calidad (Coliformes Fecales)</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>
PTAR CON DATOS	99	69.2%
PTAR INOPERATIVAS	16	11.2%
PTAR SIN INFORMACIÓN	28	19.6%

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en septiembre de 2007.

Si las EPS no cuentan con información periódica del caudal de operación, temperatura, y calidad de sus afluentes y efluentes difícilmente podrán ejercer control correctivo sobre la operación de sus PTAR.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales se diseñan para operar con un nivel máximo de carga orgánica por día para asegurar su eficiencia. Ello obedece a dos factores fundamentales del diseño, el caudal y la concentración de materia orgánica del agua residual afluyente, los cuales pueden oscilar y son aceptados por la planta siempre que el producto de estas variables no supere el valor de la carga orgánica máxima diaria, la cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$COM = Q \times C$$

Donde:

COM = Carga orgánica máxima por día (kg DBO<sub>5</sub>/día)

Q = Volumen diario de aguas residuales que recibe la PTAR (m<sup>3</sup>/día)

C = Concentración de materia orgánica en el afluyente (kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>)

La sobrecarga de las plantas solo puede darse por dos motivos: 1) por exceso de caudal y concentración orgánica invariable, y 2) por exceso de concentración de carga orgánica y caudal invariable. En este último caso, se suele reducir el caudal de operación de la planta para no sobrepasar la COM hasta que se logre controlar la calidad del afluyente. En caso contrario, tendrán que efectuarse modificaciones en la operación de la PTAR para incrementar su eficiencia, lo que usualmente implica costos adicionales elevados (caso Covicorti y Cortijo de SEDALIB).

#### √ Sobrecarga por exceso de caudal

El exceso de caudal usualmente tiene su origen en un desequilibrio entre el incremento de cobertura del alcantarillado y las inversiones para ampliar las plantas de tratamiento de aguas residuales. La falta de planificación de la expansión urbana hacia las zonas marginales, sumado a las demandas sociales sobre los accionistas de las EPS (alcaldes) por contar con servicios de agua potable y alcantarillado y el beneficio político que ello representa, constituyen el sustrato que alienta este desequilibrio y lo acrecienta.

La evaluación de las 127 PTAR operativas administradas por las EPS reveló que 43% operan por encima de su caudal de diseño, es decir, 55 PTAR. Las más sobrecargadas fueron la PTAR Lishner Tudela - ATUSA (1.031%), la PTAR Pueblo Nuevo - EPS GRAU (814%), la PTAR 18 Mocupe Nuevo - EPSEL S.A. (627%), y la PTAR Yarcachi - EPS Moquegua (318%), entre otras.

#### √ Sobrecarga por exceso de carga orgánica

Cuando la EPS no controla el vertimiento de los efluentes industriales, entonces las características de las aguas residuales crudas se modifican en diversos parámetros, entre ellos, la concentración de la carga orgánica. El aporte per cápita de DBO<sub>5</sub> para aguas residuales domésticas es 50 gramos por habitante al día<sup>28</sup> y considerando un volumen de aporte per cápita promedio diario de aguas residuales al sistema de alcantarillado de 200 lt se obtiene una concentración promedio diaria de carga orgánica de 250 mg/l. En casos extremos donde el servicio es discontinuo o existe una fuerte cultura de ahorro dicho volumen puede llegar hasta 90 lt con una concentración promedio diaria de carga orgánica de hasta 550 mg/lt. Sin embargo, esta concentración podría aumentar considerablemente si existen industrias como los camales cuya concentración de DBO<sub>5</sub> en agua de mezcla puede superar los 2 240 mg/l<sup>29</sup> o las curtiembres cuya DBO<sub>5</sub> en agua de mezcla puede alcanzar los 1 100 mg/l<sup>30</sup>.

La evaluación de la calidad de los afluentes que reciben las PTAR administradas por las EPS permitió observar que de 108 PTAR que controlan la calidad de sus afluentes, 18%, es decir, 20 PTAR, recibían aguas residuales con una concentración mayor de 400 mg/l DBO<sub>5</sub> las que se listan en el cuadro 19. En tales casos, un eficiente control de las descargas industriales al sistema de alcantarillado acompañado de un programa de reducción de las mismas permitirá mejorar la eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub> e incrementar el periodo de vida útil condicionada a la Carga Orgánica Máxima Diaria de la PTAR.

Sin embargo, las limitaciones por parte de las EPS para hacer cumplir el Reglamento de desagües industriales de 1960 y el retraso en la presentación y aprobación de los nuevos límites máximos permisibles (LMP) de fuentes industriales en las redes colectoras de aguas residuales no contribuyen a mejorar esta situación.

<sup>28</sup> Norma OS.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

<sup>29</sup> Tratamiento de Vertidos Industriales y Peligrosos, Nemerov y Dasgupta, 1996.

<sup>30</sup> Reducción del Impacto Ambiental generado por efluentes en la industria de curtiembre, Bornhardt, Vidal y Torres, 2000.

**Cuadro 19**  
**PTAR cuyos afluentes tienen concentración DBO<sub>5</sub> > 400 mg/l**

Cod EPS	Nombre EPS	Localidad	Nombre Planta	Tipo GEN	Q (l/s)	Calidad Afluente	
						DBO <sub>5</sub> (mg/l)	CTerm (NMP)
012	EPS TACNA S.A.	TACNA	Magollo	LF	285,40	478	7,00E+07
012	EPS TACNA S.A.	TACNA	Cono Sur -COPARE	LAM	51,80	490	5,00E+07
018	SEMAPACH S.A.	CHINCHA ALTA	PTAR 01 (Sector El Pedregal)	LF	245,72	420	2,44E+10
018	SEMAPACH S.A.	GROCIO PRADO	PTAR 04 (Barrio Saravía)	LF	22,25	478	9,00E+07
018	SEMAPACH S.A.	SUNAMPE	PTAR 03 (Sector San Francisco)	LAN	28,01	450	4,16E+03
026	SEDAPAL S.A.	SAN JUAN DE LURIGANCHO	PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO	LACT	15,00	432	2,30E+08
026	SEDAPAL S.A.	LURIN	PTAR Julio C. Tello	LAM	6,00	522	4,00E+08
026	SEDAPAL S.A.	LURIN	PTAR Nuevo Lurín	LF	9,00	604	3,00E+08
026	SEDAPAL S.A.	PUCUSANA	PTAR Pucusana	LF	4,00	565	3,00E+08
026	SEDAPAL S.A.	SAN JUAN DE MIRAFLORES	PTAR San Juan	LAM	389,00	564	4,40E+08
026	SEDAPAL S.A.	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	PTAR JOSÉ GALVEZ	RAFA	48,00	552	1,70E+08
026	SEDAPAL S.A.	VILLA EL SALVADOR	PTAR Huascar	LAM	81,00	679	7,00E+07
027	EPS ILO S.R.LTDA.	ILO	Planta Media Luna	LAM	31,45	939	2,40E+10
028	SEDALIB S.A.	HUANCHACO	L.E. El Milagro	LF	20,11	401,2	5,00E+07
030	SEDAPAR S.A.	AREQUIPA METROPOLITANA	PTAR CHILPINA	FP	150,00	412,5	8,50E+06
032	EPS GRAU S.A.	CHULUCANAS	Chulucanas	LF	92,07	429	5,00E+06
032	EPS GRAU S.A.	PUEBLO NUEVO	Pueblo Nuevo	LF	47,48	595	3,00E+07
032	EPS GRAU S.A.	LOS ORGANOS	Los Órganos	LAN	12,68	467	1,30E+06
032	EPS GRAU S.A.	PAITA	Paíta	LF	166,93	529	1,30E+06
041	SEDAJULIACA S.A.	JULIACA	Planta de Tratamiento Chilla	LF	170,00	435,3	9,40E+05

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en agosto de 2007.

### 5.4.2 Principales deficiencias en el mantenimiento

En las PTAR operativas basadas en lagunaje se observan problemas de mantenimiento que afectan la eficiencia del tratamiento, tal como se muestra a continuación.

**Cuadro 20**  
**Problemas de mantenimiento en las PTAR**

<b>Presencia de Arenas y Lodos</b>	116	100,0%
PTAR ARENADAS Y CON EXCESO DE LODO	44	37,9%
PTAR SIN ARENAS NI LODOS EXCESIVOS	43	37,1%
PTAR SIN INFORMACIÓN DE ESTADO	29	25,0%
<b>Presencia de Maleza y Macrófitas</b>	116	100,0%
PTAR CON MACRÓFITAS Y MALEZA	17	14,7%
PTAR SIN MACRÓFITAS NI MALEZA	75	64,7%
PTAR SIN INFORMACIÓN DE SU ESTADO	24	20,7%

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en agosto de 2007.

- √ **Arenamiento y exceso de lodos (37,9 %).** Esta situación se origina por la ausencia de desarenadores, sobrecarga de las lagunas e incumplimiento de la frecuencia de remoción de lodos y trae como consecuencia la reducción de la altura útil de la laguna, menor periodo de retención y disminución de la eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub>, coliformes fecales y huevos de helmintos.



Lagunas facultativas de Ishpico en Huanta (EPSASA - 2006) con exceso de lodos y natas

No es de extrañar que esta situación se produzca, ya que 72,0% del total de plantas administradas por las EPS no cuentan con desarenadores como unidad de pretratamiento. Este aspecto es de vital importancia porque en el Perú las arenas siempre ingresan a los sistemas de alcantarillado por dos vías: por la escorrentía de las lluvias en áreas de drenaje no pavimentadas y con alta incidencia de robo o deterioro de las tapas de buzón y a través de los sumideros de las casas como consecuencia del lavado de pisos y patios.

**Cuadro 21**  
**PTAR con desarenador**

Unidades de Retención de Arenas	143	100%
PTAR CON DESARENADOR	22	15,4%
PTAR SIN DESARENADOR	103	72,0%
PTAR SIN INFORMACIÓN	18	12,6%

Fuente: Información recopilada por la SUNASS de las EPS en agosto de 2007.

En este contexto, el hecho de que la Norma OS.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones establezca que la instalación de desarenadores en lagunas de estabilización es opcional en el diseño del proyecto, resulta contraproducente.

- √ **Presencia de maleza y algas macrófitas (14,7 %).** El crecimiento de maleza se produce en el talud de las lagunas o incluso en el interior de las mismas cuando el exceso de lodos y arenas reduce la altura útil de la laguna. Las raíces de la maleza y los roedores que se cobijan en ella pueden erosionar los taludes e incluso dañar la capa impermeable de las lagunas pudiendo ocasionar contaminación de la napa freática.



**Lagunas facultativas de Papayal (ATUSA -2005) con maleza y arbustos que cubren todo el talud**



**Lagunas facultativas de Juli (EMSAPUNO -2007) con presencia de algas macrófitas (lirio acuático)**

La presencia de algas macrófitas se debe al exceso de nutrientes (N y P) en el afluente de las lagunas, cuyo crecimiento excesivo en la superficie restringe el intercambio de gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) e impide el paso de la radiación solar necesaria para la fotosíntesis. Consecuentemente se generan condiciones anóxicas en la laguna, lo que afecta la eficiencia de remoción de  $DBO_5$  y ocasiona malos olores por la formación de hidrógeno sulfurado ( $H_2S$ ).



## 6 PROBLEMAS DE FONDO

Ya sea que los fondos para la construcción de PTAR provengan de recursos ordinarios (gobiernos regionales y locales), endeudamiento externo, donaciones u otros, no hay objetividad en los criterios empleados por las entidades crediticias para seleccionar a las EPS beneficiarias. Después de haber analizado la problemática en las EPS podemos deducir que la asignación de recursos se ve afectada por las limitaciones que se señalan a continuación.

### 6.1 Limitaciones existentes durante el diseño del proyecto

- EPS con mala gestión y sin visión de largo plazo.
- EPS que no tienen interiorizada una cultura ambiental desde el principio.
- EPS con problemas financieros, que usualmente no se reflejan en su contabilidad.
- Los créditos en muchos casos se destinan a gobiernos locales u otros sin el consentimiento y coordinación de las EPS, quienes son las responsables no sólo de operar las PTAR, sino de pagar la deuda.
- EPS con profesionales con sesgo tecnológico y con dificultad para evaluar técnica y económicamente la oferta de proveedores y entidades financieras algunas veces oportunistas.
- EPS con conflictos sociales respecto a la ubicación y tipo de tecnología de la PTAR.
- El planeamiento de la construcción de las PTAR en muchos casos no contempla evaluaciones colegiadas de su ubicación.
- EPS que no han hecho investigación en el negocio de aprovechamiento de aguas residuales.
- Ausencia de visión a futuro sobre oportunidades de inversión privada, la venta de las aguas residuales tratadas o el aprovechamiento de las emisiones de metano producidas en las PTAR.
- Proyectistas y revisores locales que carecen de conocimientos modernos para plantear nuevas tecnologías y nuevas oportunidades en el tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Ausencia de incentivos para que las EPS hagan mayores esfuerzos en la determinación de tecnologías apropiadas y en lograr mayores capacidades

previas a la construcción y operación de las PTAR.

- No se hace la evaluación económica con criterios de enfoque de cuencas, escasez del recurso agua, costos evitados, costos-beneficios, costos-eficiencia entre otros, que están orientados a dar sostenibilidad técnica, ambiental, social y política al proyecto.
- No está asegurado el flujo de fondos para la O&M de la infraestructura por parte de la EPS, sin embargo se establece como condición de sostenibilidad para otorgar viabilidad en el SNIP la transferencia a la EPS para su operación.

## **6.2 Limitaciones durante la ejecución del proyecto y obra**

- Dificultades de las EPS para ejercer la supervisión de la construcción de la obra, cuando su construcción es contratada por una Unidad Ejecutora distinta (Gobierno Local o Regional).
- El financiamiento no incluye la capacitación de personal (operativo y administrativo) de las EPS.
- Las EPS no se preparan administrativa ni técnicamente para enfrentar el nuevo reto de operar y mantener una PTAR.
- Los proyectos no contemplan el aprovechamiento o reuso de las aguas residuales tratadas, por lo que se desaprovecha el recurso.

## **6.3 Limitaciones durante la operación**

- Las PTAR no tienen tarifas que permitan un ingreso que asegure su operación y mantenimiento.
- EPS sin experiencia en operación y mantenimiento PTAR.
- EPS no cuenta con equipos de laboratorio para el control de calidad, ni presupuesta recursos para su tercerización.
- El personal de operación desconoce el control de los parámetros de calidad de afluentes (caudal, DBO<sub>5</sub> u otros) y el uso de dicha información.
- Las EPS no cuentan con programas para controlar las descargas de los usuarios industriales.
- No se programa el mantenimiento preventivo de la infraestructura de las PTAR.
- Ausencia de liquidez para cumplir el pago de deuda.
- Uso frecuente de recursos para acciones correctivas imprevistas afectan en primer lugar al presupuesto anual destinado a la operación y mantenimiento de las PTAR.
- Ausencia de asesoramiento técnico de la agencia cooperante durante la fase de operación y mantenimiento.
- Ausencia de supervisión y fiscalización por parte de la Autoridad Sanitaria y/o Ambiental que prioriza el servicio de agua potable, desincentiva el mejoramiento de las PTAR.
- No hay incentivos para la investigación en PTAR existentes.
- Baja coordinación entre La Autoridad Sanitaria y/o Ambiental, la Autoridad Sectorial y el organismo regulador, lo que dificulta el mecanismo de regulación del Estado en esta materia.

**Cuadro 22**  
**PTAR financiadas por la banca internacional mediante donaciones o endeudamiento externo con aval del Estado**

PTAR (en operación)	Capacidad nominal	EPS	Entidad financ.	% de caudal de diseño	Efic. remoc. DBO <sub>5</sub> %	Efic. remoc. CTT %	Estado de cumplimiento de la aut. sanit.	EPS destina recursos a O&M	Personal capacitado	Operación de PTAR	Mantenimiento de PTAR
Boca del Río (2000)	140 l/s	EMAPIS-CO	KfW	81%	S.I.	S.I.	Cuenta con A.S. 0.610-00/DI-GESEA/SA, que establece como límite de caudal 159 l/s; tiene 81% del caudal.	No destina recursos para el control de la calidad de los efluentes (DBO y CT).	La empresa cuenta con un Ing. Químico y un Ing. Sanitario. Sin embargo, ninguno de ellos tiene a cargo la operación de la PTAR.	La planta quedó paralizada varios días posteriores al terremoto del 15/08/07 en las estructuras de rebose.	La PTAR sufrió daños a raíz del terremoto del 15/08/07 en las estructuras de rebose.
La Titora (2004)	536 l/s	EPSASA	KfW	46%	87%	99,9429%	No cuenta con autorización sanitaria.	No destina recursos para desinfección, a pesar de que cuenta con el equipamiento para ello.	La empresa ha puesto a cargo de la planta a un ingeniero que participó en la ejecución del proyecto.	La planta opera por debajo de su capacidad nominal, y tiene una eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub> por debajo del promedio esperado de 93,25% y solo remueve 3 unidades logarítmicas cuando el promedio esperado es de 4.	La laguna de contacto de cloro está cubierta de macrofitas.
Puente Piedra (2006)	422 l/s	SEDAPAL	BIRF-3811	59%	91%	99,9971%	Cuenta con AS 1209/2007/DI-GESEA/SA, que establece un caudal máximo de 422 l/s, DBO <sub>5</sub> máximo de 10 mg/l y CTT de 1.000 NMP/100 ml	A pesar de que la empresa no destina recursos para la desinfección de sus efluentes, a pesar de contar con el equipamiento para ello. No destina suficientes recursos para el control de la calidad de los efluentes industriales.	Cuenta con ingenieros, biólogos y químicos especialistas en lodos activados.	La planta solo alcanza 27 mg/l de DBO <sub>5</sub> , excediendo el máximo autorizado, mientras que el máximo de coliformes totales se excede en 4 veces. La causa probable es la sobrecarga de DBO <sub>5</sub> de los desagües por encima de lo proyectado.	La empresa destina los recursos necesarios para el mantenimiento de las unidades.

PTAR (en operación)	Capacidad nominal	EPS	Entidad financ.	% de caudal de diseño	Efic. remoc. DBO <sub>5</sub> %	Efic. remoc. CTt %	Estado de cumplimiento de la aut. sanit.	EPS destina recursos a O&M	Personal capacitado	Operación de PTAR	Mantenimiento de PTAR
San Bartolo (prueba)	1.700 l/s	SEDAPAL		0%	S.I.	S.I.	Cuenta con A.S. 0704/2003/DI-GESA/SA, que establece como máximo 1,7 m <sup>3</sup> /seg y carga orgánica máxima de 2.534 kg DBO <sub>5</sub> /día.	La planta aun no ha sido trasferida a SEDAPAL para su operación ya que está en período de prueba.	Cuenta con personal capacitado para O&M por parte de SEDAPAL; sin embargo, existen dilemas legales respecto a si le corresponde a la EPS ponerla en marcha, o a la consultora NJS.	La planta aun no entra en operación dado que sufrió falla en su talud durante su puesta en marcha. En la actualidad está en fase de prueba de las reparaciones efectuadas.	La línea de conducción a presión que abastece a la PTAR explotó, razón por la cual luego de su reparación solo ha sido llenada con agua potable.
San Juan (2000)	800 l/s	SEDAPAL	JBIC-P16	49%	96%	99,9991%	Cuenta con A.S. 0306/2001/DI-GESA/SA, que establece Omax de 800 l/s, CTt de 1.000 NMP/100ml y carga orgánica máxima del afluente de 2.074 kg DBO <sub>5</sub> /día.	Si destina recursos para O&M, sin embargo, no destina suficientes recursos para controlar la calidad de los efluentes industriales.  No destina recursos para desinfección, a pesar de que cuenta con el equipamiento para ello.	Cuenta con personal profesional y técnico calificado.	Opera por debajo de su caudal máximo de operación.  Sin embargo, el nivel final de CTt es 3,8 veces mayor al nivel máximo autorizado.  Debido a que opera al 49% de su caudal logra emitir solo 672 kgDBO5/día cumpliendo con el máximo autorizado.	Se encuentra en buen estado de mantenimiento.
Huáscar (2003)	170 l/s	SEDAPAL		48%	90%	99,9893%	Cuenta con la A.S. 0677/2000/DIGESA/SA, que establece Omax de 500 l/s, eficiencia mínima de remoción de DBO <sub>5</sub> de 88% y DBO <sub>5</sub> final de 30 mg/l, eficiencia de remoción de CTt de 5 logaritmos y CTt final de 1.000 NMP/100ml.	No destina recursos para desinfección, a pesar de que cuenta con el equipamiento para ello.	Cuenta con personal profesional y técnico calificado.	Opera al 48% del caudal máximo autorizado.  Supera la eficiencia mínima autorizada de remoción de DBO <sub>5</sub> , sin embargo la DBO <sub>5</sub> final de 66 mg/l está por encima del nivel permitido.  Está por debajo de la eficiencia de remoción de CTt, con solo 3 logaritmos de remoción y 7,5 veces más el nivel permitido. No desinfecta a pesar de haber diseñado para ello.	Se encuentra en buen estado de mantenimiento.

PTAR (en operación)	Capacidad nominal	EPS	Entidad financ.	% de caudal de diseño	Efic. remoc. DBO <sub>5</sub> %	Efic. remoc. CTt %	Estado de cumplimiento de la aut. sanit.	EPS destina recursos a O&M	Personal capacitado	Operación de PTAR	Mantenimiento de PTAR
Covicorti (1998)	880 l/s	SEDALIB	KfW	33%	92%	98,2143%	No cuenta con AS.	No destina recursos para controlar la calidad de los efluentes industriales, recibiendo cargas orgánicas por encima del nivel de diseño. Ello ha conllevado a modificar la operación de las unidades.	Cuenta con personal profesional y técnico calificado.	Debido a las altas cargas del afluente, la PTAR debe operar con solo 33% de su caudal, alcanzando un nivel de eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub> por encima de un promedio esperado de 85%. Por su parte, estas lagunas solo remueven 1 logaritmo de coliformes cuando el promedio esperado, considerando que cuenta además con lagunas de estabilización, es de 5 logaritmos.	Se encuentra en regular estado de mantenimiento.
Cortijo (1998)	263 l/s	SEDALIB		27%	97%	99,9500%	No cuenta con AS.	No destina recursos para controlar la calidad de los efluentes industriales, recibiendo cargas orgánicas por encima del nivel de diseño. Ello ha conllevado a modificar la operación de las unidades.	Cuenta con personal profesional y técnico calificado.	Debido a las altas cargas del afluente, la PTAR debe operar con solo 27% de su caudal, alcanzando un nivel de eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub> por encima de un promedio esperado de 85%. Por su parte, estas lagunas solo remueven 3 logaritmos de coliformes cuando el promedio esperado, considerando que cuenta además con lagunas de estabilización, es de 5 logaritmos.	Se encuentra en regular estado de mantenimiento.

Nota: Las eficiencias promedio esperadas se han obtenido con los valores guía de la Norma OS.090 del Reglamento nacional de edificaciones.



## 7 INVERSIONES EN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR PARTE DE LAS EPS

### 7.1 Déficit de inversión en infraestructura de PTAR

El cuadro 23 muestra el volumen de aguas residuales que pasa por una PTAR y que aún no cuenta con tratamiento alguno.

**Cuadro 23**  
**Volumen de aguas residuales en el ámbito de las EPS**

A nivel de EPS	m3/año	m3/seg	% Tratamiento
<b>Con Tratamiento</b>	217 253 807	6,89	29,1%
<b>Sin Tratamiento</b>	530 027 896	16,81	70,9%
<b>Total</b>	747 281 703	23,70	100,0%

Fuente: Indicadores de Gestión 2007 - SUNASS.

El Plan Nacional de Saneamiento proyecta una inversión de US\$ 978 millones para alcanzar la ambiciosa meta de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional, según se aprecia en el cuadro 24.

**Cuadro 24**  
**Inversión requerida por las EPS para tratar 100% de las aguas residuales en PTAR**

<b>Inversión ejecutada hasta 2005</b>	US\$ 369 millones	
<b>Déficit de inversión para la meta de 100% en 2015</b>	US\$ 948 millones	En ampliación
<b>Año base en 2005</b> <i>(Plan Nacional Saneamiento)</i>	US\$ 30 millones	En rehabilitación

Fuente: Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015

## 7.2 Lineamientos para evaluar inversiones en PTAR

En el sector cada vez más se va adquiriendo conciencia de la necesidad de tomar decisiones en función del impacto en la cuenca donde se extrae el agua, el impacto sobre los cuerpos donde se descargan las aguas residuales, el impacto en la flora y fauna, y el impacto en la sociedad, con lo cual se da mayor sostenibilidad, por ejemplo, a la construcción y operación de una PTAR. Es bajo ese enfoque integral, que la SUNASS comparte y promueve, que se propone a continuación una serie de lineamientos estratégicos para tomar en cuenta por los diversos actores del sector saneamiento involucrados en la gestión del tratamiento de las aguas residuales en el ámbito de las EPS.

### Cuadro 25 Lineamientos Estratégicos

- a) La evaluación económica de los proyectos de PTAR incorpora metodologías de corte ambiental (costos evitados, costo de viajes, valoración contingente, evaluación de daños y otros), que permiten evaluar los proyectos con metodología costo-beneficio en lugar de costo-efectividad, lo que permitirá optimizar el uso de los recursos del Estado.
- b) Se promueve el acceso a los fondos ambientales que se desarrollan en la región, con lo que se amplía el acceso de fuentes de inversión en saneamiento.
- c) Se usan tecnologías que permiten que las PTAR sean consideradas como un mecanismo de desarrollo limpio (MDL) y con ello se ingresa al mercado de reducción de emisiones de GEI, lo que subsidiará en parte los costos de Inversión, O&M de las PTAR con beneficios para el ambiente.
- d) Se promueven las iniciativas privadas de manera intensiva, dada la escasez de recursos, para cubrir el déficit de financiamiento en tratamiento de aguas residuales.
- e) Se promueve la formalidad de las PTAR ante la autoridad sanitaria y ambiental, para efectivizar la función reguladora del estado respecto a la calidad sanitaria y ambiental de las aguas residuales y su uso como recurso.
- f) Se actualiza el marco legal (Ley General de los Servicios de Saneamiento) para incluir la comercialización de aguas residuales tratadas para re utilización por terceros, lo que permitirá subsidiar en parte los costos de O&M de las PTAR, así como optimizar el recurso hídrico de la cuenca.

Elaboración: SUNASS

## 7.3 Influencia de los créditos de carbono en los proyectos de tratamiento de AR

Evaluar un proyecto de construcción de una PTAR con conceptos de evaluación económica ambiental permite un buen diseño, una buena construcción y eficiencia en la operación para alcanzar niveles de tratamiento que no atenten contra el ambiente.

El acceso a los créditos de carbono y la emisión de certificados de emisiones reducidas (CER) permiten que la tasa interna de retorno (TIR) de un proyecto de tratamiento de AR se levante entre 4 y 5%, lo cual fortalece la sustentación de un determinado proyecto, sobre todo del más amigable para el medio ambiente.

El empleo de los certificados y, en general, de los créditos de carbono orientaría la construcción de PTAR con tecnologías que permitan la extracción del metano, tales como lagunas anaerobias, reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFA) u otros, así como unidades para la digestión de lodos. Estas unidades deberán estar dotadas de equipamiento para capturar el metano que producen estas tecnologías y lo necesario para quemar o realizar su conversión en energía.

**Cuadro 26**  
**Ventajas y desventajas del tratamiento aerobio, facultativo y anaerobio**

Tipo de tratamiento	Ventajas	Desventajas
Aerobios completos	Baja generación de GEI (sólo CO <sub>2</sub> ) Baja extensión de área	Altos costos de operación (energía) y mantenimiento Alto costo de inversión
Facultativos	Bajos costos de operación Bajo costo de inversión	Mediana generación de GEI Grandes necesidades de área
Anaerobios completos	Bajos costos de operación y mantenimiento	Alta generación de GEI (CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> ), cuya captura y aprovechamiento controlaría su emisión a la atmósfera Medianos costos de inversión

Elaboración: SUNASS

Podríamos concluir que la desventaja de la tecnología anaerobia, por la elevada generación de GEI en comparación con la tecnología aerobia, se convierte en una oportunidad de negocio como mecanismo de desarrollo limpio (MDL).

#### 7.4 Nuevos mecanismos para el financiamiento de las inversiones en el sector

Como se ha mencionado, el Plan Nacional de Saneamiento incluye un elevado porcentaje de financiamiento con participación del sector privado (31%), además de las fuentes convencionales de financiamiento del sector, restringidas desde hace años a las distintas instancias de gobierno, el endeudamiento externo y los propios recursos de las EPS. Sin embargo, según se aprecia en el anexo 6 del mencionado Plan, las modalidades donde el sector privado asume total o parcialmente el financiamiento de las inversiones solo se limita a los contrato de concesión y BOT.

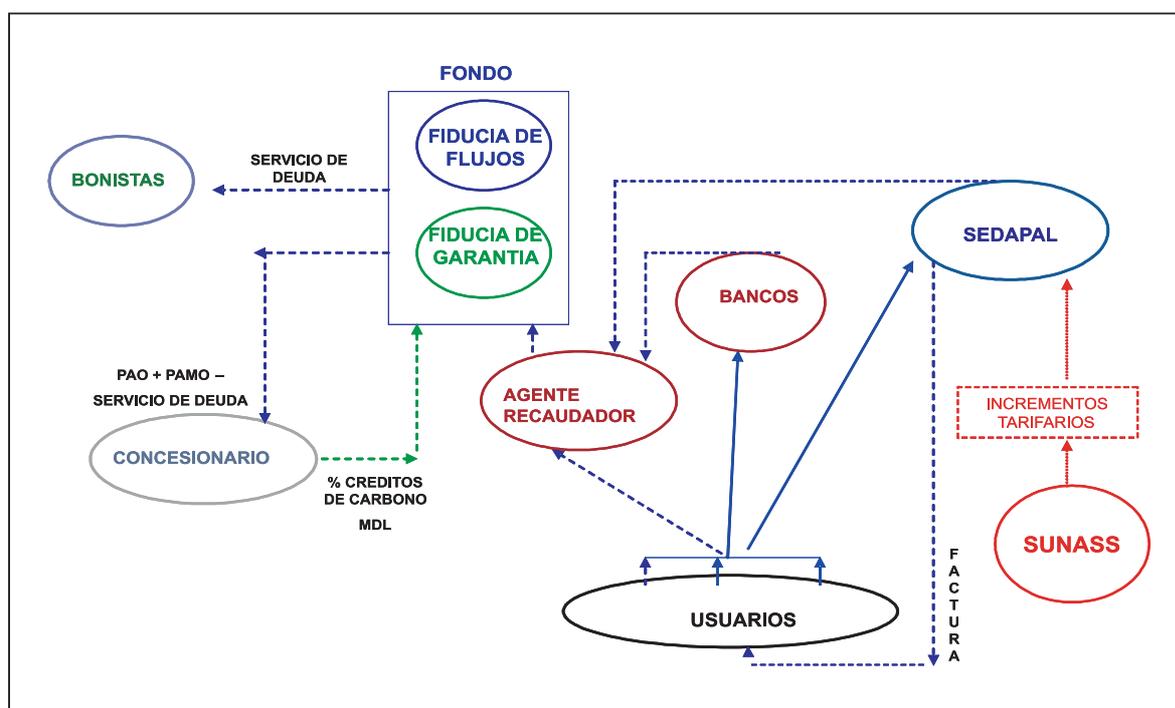
No obstante, existen otros mecanismos de financiamiento en el mercado de capitales que no se han ensayado en el sector saneamiento y que se consideran una oportunidad de negocio para los inversionistas. Las más importantes se mencionan a continuación.

##### √ Emisión de valores (bonos)

Con este esquema, las EPS generarán documentos financieros (bonos) de bajo riesgo que serán puestos a disposición del mercado de capitales. Este tipo de instrumento de bajo riesgo y con rentabilidad controlada (9 a 11%) formaría parte de la cartera de inversionistas particulares o agencias administradoras de fondos (AFP, bancos, cajas municipales, etc.) para generar el balance en su portafolio de inversiones.

Las empresas con capacidad para emitir estos bonos serán aquellas que cuenten con su PMO y fórmulas tarifarias que permitan cubrir el servicio de la deuda de tales valores, y que además cuenten con un fondo fiduciario que administre los bonos emitidos y garantice el flujo de fondos, según se aprecia en el gráfico 5. A este mecanismo de financiamiento, se suma el proveniente de los créditos de carbono por emisión de Certificados de Reducción de Emisiones (CER), lo que permite mejorar aún más el flujo de fondos del proyecto.

**Gráfico 5**  
**Esquema de flujo de fondos**



PAO: Pago anual por inversión realizada.

PAMO: Pago anual por operación y mantenimiento de la infraestructura.

Fuente: José Salazar Barrantes (Presidente del Directorio de SUNASS)

### ✓ Emisión de acciones

El mercado de capitales se encuentra abierto a la adquisición de acciones que generen algún tipo de rentabilidad; en el caso del saneamiento se ofrecerán acciones de bajo riesgo. Los recursos generados por la emisión de acciones de las EPS permitirán financiar el déficit de las inversiones existentes.

Las principales ventajas de este mecanismo son:

- Obtención de financiamiento del sector privado.
- Intervención del sector privado en el capital social de la EPS.
- Visión empresarial y de largo plazo en la gestión de la EPS.
- Reducción de la injerencia política en las EPS.

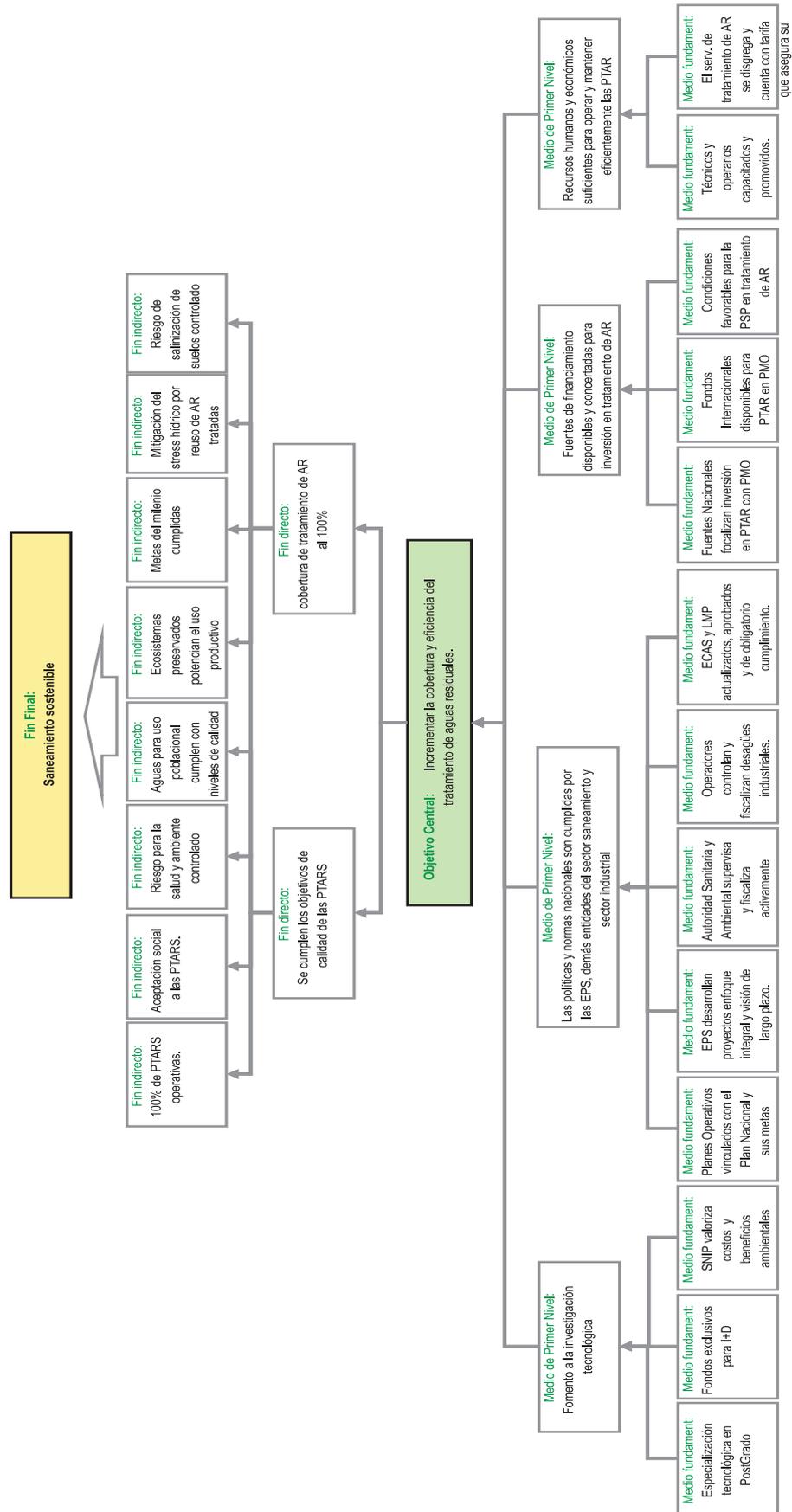
Las principales desventajas son:

- Presión del inversionista por incrementar las tarifas.
- Reducción del control sobre la propiedad de la EPS.

Limitaciones para implementar esta propuesta:

- La Ley General de Saneamiento no permite la transferencia de propiedad, razón por la cual los servicios de saneamiento no pueden ser privatizados.
- Únicamente Sedapal, por ser empresa estatal, podría aplicar el mecanismo.
- Determinar el porcentaje máximo del capital social que puede estar bajo control del sector privado.

**Gráfico 6**  
**Árbol de medios y fines para incrementar la cobertura y eficiencia del tratamiento de aguas residuales bajo administración de las EPS**





## 8 MEDIOS NECESARIOS PARA LOGRAR EL SANEAMIENTO SOSTENIBLE EN EL PERÚ

Una vez realizado el diagnóstico de la situación de la gestión del tratamiento de las aguas residuales en el ámbito de las EPS, en los capítulos precedentes, se desarrolló a continuación la propuesta de medios que permitirán alcanzar el objetivo de incremento de cobertura y eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales de tal forma que el saneamiento en el Perú para el año 2015 sea sostenible, los que de manera estructurada se presentan en el gráfico 6.

### 8.1 Fomento a la investigación tecnológica

La geografía privilegiada del Perú y su gran diversidad climática permite encontrar poblaciones asentadas en la costa, sierra y selva con altitudes que varían desde los tres metros sobre el nivel mar, como Chilca o Ancón en el departamento de Lima o Paita en Piura, hasta los 3.907 metros, como Ayaviri en Puno, cuya temperatura media del mes más frío va desde los 0 °C en Juliaca o Ayaviri en Puno hasta 23,5 °C en Batán Grande o Santa Rosa en Lambayeque.

Esta diversidad climática demanda una tecnología óptima para cada situación, por lo que en algunos casos se requiere la construcción de plantas piloto para evaluar su eficiencia y comportamiento en cada circunstancia antes de adoptar la tecnología. (Anexo B)

En ese contexto se requiere implementar las siguientes acciones:

- Actualizar la currícula de las universidades con carreras de ingeniería sanitaria y ambiental e incorporar el diseño y dimensionamiento de tecnologías distintas de las lagunas de estabilización.
- Canalizar recursos de la cooperación internacional para financiar investigaciones en las PTAR, en la EPS y en organizaciones del sector.
- Exigir en todo proyecto de inversión pública o privada la evaluación de al menos dos alternativas tecnológicas y que no se admitan iniciativas privadas que no contengan dicha evaluación.
- Generar convenios entre las EPS y las universidades<sup>31</sup> para que los estudiantes de

<sup>31</sup> Destaca la Universidad Nacional de Ingeniería por tener la especialidad de ingeniería sanitaria y ambiental.

pregrado y postgrado realicen investigaciones en las PTAR de las EPS.

- Lograr en el sector recursos humanos capacitados en la evaluación de proyectos que articulen oportunidades de inversionistas privados, la venta de las aguas residuales tratadas y el aprovechamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en las PTAR.
- Crear sinergias entre las EPS y las organizaciones del sector que permitan difundir conocimientos y replicar buenas prácticas de operación y de gestión.

## 8.2 Acción concertada y planificada de los actores del sector

Si bien existe un Plan Nacional del Sector Saneamiento, este no se logra articular con las competencias de los otros sectores involucrados, razón por la cual no logra concretar acciones integrales que posibiliten la sostenibilidad de las inversiones en ampliación de cobertura de tratamiento de aguas residuales. Asimismo, no se concretan los planes regionales de saneamiento que descentralicen y pongan operativas las políticas nacionales con la participación de todos los actores involucrados en el ámbito regional y local. En este contexto, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento aprobó el 21 de septiembre de 2007 los “Lineamientos para la formulación de planes regionales de saneamiento”.<sup>32</sup> Sin embargo, todavía no se establecen los plazos límites para su formulación ni los incentivos para que ello se concrete.

Las organizaciones de alcance nacional como la Autoridad Sanitaria y Ambiental en cuanto a la regularización de la autorización sanitaria, la SUNASS en cuanto a la aprobación de los PMO y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en cuanto a la promoción del financiamiento y PROINVERSIÓN para la promoción de iniciativas privadas, deberán conciliar las actividades de sus planes operativos para articularlos con esfuerzos de las EPS, específicamente en el tratamiento de aguas residuales y su reuso. Esta suma de esfuerzos incrementará cada año la sostenibilidad de las inversiones en tratamiento de aguas residuales.

En ese contexto se requiere implementar las siguientes acciones:

- Desarrollar una cultura corporativa diferente, que logre que el recurso humano actúe de manera proactiva frente a los problemas y oportunidades del sector, y que permita la adaptación a los cambios y requerimientos del exterior e interior. Esa cultura deberá ser impulsada por sus directivos principales.
- En la misma línea se debe lograr un enfoque corporativo de la intervención de las organizaciones del sector saneamiento que tienen alcance nacional.
- Las EPS deben lograr una visión de largo plazo y desarrollar políticas de calidad a través de la implementación de los Planes Maestros Optimizados (PMO). El PMO deberá incorporar inversiones para la PTAR y sus respectivos costos de operación y mantenimiento.
- La creación de una mesa de concertación interinstitucional en tratamiento de aguas residuales que permita acelerar la toma de decisiones.
- La preparación de un plan operativo concertado para cumplir las metas sectoriales referidas al tratamiento de aguas residuales.
- La elaboración de planes regionales de saneamiento.
- Implementar contabilidad de costos en las EPS para la adecuada toma de decisiones

<sup>32</sup> Resolución Ministerial N° 424-2007-VIVIENDA.

respecto a la gestión de los servicios prestados.

- La actualización de la Ley General de Aguas y su reglamento con el enfoque de cuencas.
- El establecimiento de plazos para la regularización de las autorizaciones sanitarias a través de los PAMAS e incluir los costos asociados en los PMO.
- La elaboración de un reglamento de fiscalización, infracciones y sanciones por incumplimiento del Reglamento de la Ley General de Aguas.
- La fiscalización del cumplimiento de los PAMA.
- La aprobación de los LMP para las descargas de efluentes líquidos industriales en los colectores, el control permanente sobre ellos, la implementación de pagos por carga contaminante y la imposición de sanciones por incumplimiento de los PAMA.
- La implementación de los ECA aprobados por el Ministerio del Ambiente.
- La reglamentación concertada del procedimiento de aprobación de iniciativas privadas .

### **8.3 Fuentes de financiamiento disponibles y concertadas para inversiones en tratamiento de aguas residuales**

Los principales factores que limitan el incremento de las inversiones en tratamiento de aguas residuales son la falta de sostenibilidad de las inversiones por ausencia de recursos que cubran su O&M, la prioridad que se da al incremento de la cobertura de alcantarillado y la ausencia de fuentes de financiamiento.

En este contexto, el aseguramiento de la sostenibilidad de las inversiones a través del PMO es de vital importancia para alentar la participación del sector privado y el acceso a nuevas fuentes de financiamiento, como INVERSAN y el Programa Agua Para Todos.

El incremento de la frontera agrícola y del mercado de agroexportación es una oportunidad que puede ser aprovechada por los inversionistas, de tal manera que la gestión integral del tratamiento y reuso de las aguas residuales se convierta en un eslabón en la cadena de valor de los productos de origen agrícola, forestal y de piscicultura.

Para ello se deberán implementar las siguientes acciones:

- Alinear las inversiones de INVERSAN y Agua Para Todos para que la construcción de las PTAR se haga con la aprobación de los PMO.
- Canalizar el financiamiento de la cooperación internacional a través de INVERSAN, a la vez que se buscan y logran nuevos recursos financieros.
- Establecer mayores incentivos para la inversión privada a través de una administración empresarial eficiente y el control de la injerencia política, a la vez que se exploran nuevas modalidad de participación del sector privado.
- Desarrollar nuevas herramientas financieras (emisión de bonos en el sector, generación y emisión de bonos de carbono, etc.) de tal manera que se incremente el monto de financiamiento disponible.
- Incluir el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en los proyectos de PTAR.
- Crear un pago por servicios ambientales que grave diferenciadamente al que contamina del que no contamina, y otorgar beneficios a los que optan por efectuar

el tratamiento.

- Hacer la evaluación económica de las PTAR con criterios del enfoque de cuencas, escasez del recurso agua, costos evitados, costos-beneficios, costos-eficiencia, entre otros, para dar sostenibilidad técnica, ambiental, social y política al proyecto.

#### **8.4 Recursos humanos y económicos suficientes para la correcta operación y mantenimiento de las PTAR**

La causa principal de las deficiencias en operación y mantenimiento de las PTAR reside en la insuficiencia de recursos humanos y materiales destinados a tal actividad. En la actualidad, el área de tratamiento de aguas residuales y disposición final se administra como un centro de costos al que se le asignan recursos en función de la disponibilidad de caja. Con la elaboración del PMO y el incremento tarifario para cubrir los costos eficientes del tratamiento de aguas residuales, esta área deberá administrarse como un centro de beneficios, donde los ingresos se perciban a través de una tarifa diferenciada del servicio de tratamiento de aguas residuales.

Esa diferenciación generará un impacto inmediato en la conciencia de los usuarios, quienes tendrán conocimiento de que esta actividad genera un costo de inversión, operación y mantenimiento, en beneficio de su propia salud y su entorno ambiental.

Asimismo, la diferenciación de la tarifa incentivará la participación del sector privado, ya que garantizará la recuperación de las inversiones que efectúe.

En ese contexto se deberán implementar las siguientes acciones:

- Diferenciar en la tarifa el servicio de tratamiento de aguas residuales de los demás servicios brindados.
- Sincerar las tarifas de tratamiento de aguas residuales y emplear el PMO como herramienta de modelamiento.
- Administrar el servicio de tratamiento de aguas residuales como centro de beneficios en vez de centro de costos.
- Capacitar los recursos humanos de las EPS, desde los operadores hasta los tomadores de decisiones, con el fin de propiciar un cambio cultural respecto a la preservación del ambiente.
- Contratar —cuando sea necesario— personal calificado para la gestión del tratamiento de aguas residuales.
- Establecer pago por carga contaminante de vertimientos industriales al sistema de alcantarillado.
- Ampliar la normatividad para dar mayores herramientas de presión a las EPS que buscan supervisar, fiscalizar y sancionar a los usuarios que vierten a los colectores desagües que exceden los LMP.
- Establecer tarifas por venta de aguas residuales para las PTAR que tengan autorización sanitaria para el reuso y control permanente de la calidad de sus efluentes. Esas tarifas no deberán exceder el costo de la alternativa más barata de uso de agua cruda.
- Desarrollar incentivos para que las EPS mantengan la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales.

- Articular de mejor manera los créditos provenientes de la cooperación internacional para crear sinergias entre las EPS y las agencias cooperantes durante todas las etapas del proyecto, incluso luego de finalizado el proyecto.

## 8.5 Propuesta de lineamientos generales para un Programa Nacional

Como parte de la propuesta sectorial se pone a consideración del ente rector del sector saneamiento cinco lineamientos generales que recogen las conclusiones del estudio y la visión que el sector podría adoptar a fin de resolver la problemática de las PTAR y mejorar su eficiencia.

### Primer lineamiento

El tratamiento de las aguas residuales de la EPS contribuye a proteger la calidad de los cuerpos de agua y deberán ser parte de la gestión eficiente de los recursos hídricos del país, y sus costos asumidos por los usuarios. Para ello es necesario el cumplimiento de las siguientes condiciones.

- Las EPS deben tener una visión empresarial de largo plazo y políticas consecuentes con su voluntad de no dañar el ambiente.
- Las organizaciones del sector saneamiento, de salud y los gobiernos locales deben contar con competencias para el tratamiento, reuso y control de las aguas residuales tratadas.
- La disposición del agua residual tratada debe ser regulada en función de los estándares de calidad del cuerpo receptor y del tipo de uso.
- El sector industrial debe comprometerse a tratar sus efluentes antes de efectuar sus descargas a los colectores públicos.
- Las EPS deben contar con los mecanismos legales para sancionar el incumplimiento de los LMP en las descargas de sus clientes.
- El costo del tratamiento de las aguas residuales debería estar diferenciado de los servicios que brinda una EPS, a fin de lograr conciencia en la sociedad.

### Segundo lineamiento

Las tecnologías para tratar las aguas residuales deben asegurar su eficacia y sostenibilidad para la protección de la salud y el ambiente, de acuerdo a sus objetivos de calidad. Para ello es necesario el cumplimiento de las siguientes condiciones.

- Explorar y adoptar nuevas tecnologías que contribuyan a lograr con eficiencia la remoción de los contaminantes de las aguas residuales.
- Manejar técnicamente los lodos y subproductos del tratamiento de las aguas residuales para reducir el impacto negativo en el ambiente.
- Crear espacios de investigación en el sector que permitan identificar problemas y buscar soluciones locales.
- Capacitar continuamente a los recursos humanos del sector para garantizar la adecuada toma de decisiones sobre la tecnología, la gestión y el financiamiento.
- El ente rector y la SUNASS deben tener facultades efectivas para actuar preventivamente en la selección de tecnologías y en los compromisos financieros que asumen las EPS respecto a las PTAR.

### **Tercer lineamiento**

Contar con normas actualizadas en materia de tratamiento de aguas residuales y sus subproductos. Para ello es necesario el cumplimiento de las siguientes condiciones.

- Actualizar los límites máximos permisibles de las descargas industriales a los colectores públicos.
- Actualizar los límites máximos permisibles de las descargas de las PTAR de efluentes líquidos domésticos a los cuerpos de agua.
- Actualizar la normatividad relacionada con el manejo y reuso de lodos de las PTAR.

### **Cuarto lineamiento**

Promover el reuso productivo de las aguas residuales tratadas para la obtención de beneficios económicos, sociales y ambientales. Para ello es necesario el cumplimiento de las siguientes condiciones.

- Incorporar el agua residual tratada como parte del recurso hídrico y comprometer su reuso.
- El reuso de las aguas residuales tratadas debe contribuir al desarrollo de actividades agrícolas y otros aprovechamientos.
- Se deben ejecutar sistemas integrados de tratamiento y reuso de aguas residuales en lugares con capacidad productiva para que generen beneficios económicos, sociales y ambientales.
- El reuso de las aguas residuales tratadas reduce las descargas a los cuerpos receptores, con lo cual se atenúa su impacto.

### **Quinto lineamiento**

Explorar nuevas oportunidades de financiamiento para ampliar el volumen tratado de las aguas residuales producidas por las EPS. Para ello es necesario el cumplimiento de las siguientes condiciones.

- El volumen de las aguas residuales sin tratamiento es de 28,65 m<sup>3</sup>/seg, lo cual debe motivar a que las organizaciones del sector sumen esfuerzos para incorporar modalidades creativas que permitan captar fondos para la construcción de PTAR.
- Se debe dar mayores recursos al mejoramiento de las actuales PTAR a fin de que traten las aguas residuales con eficiencia.
- El mercado de bonos de carbono puede constituir para las PTAR una oportunidad para garantizar su buena operación y mantenimiento.

## **8.6 Resultados Esperados**

Entre los resultados esperados de la implementación del Programa podemos mencionar:

- ✓ La concertación de las organizaciones del sector confluye hacia objetivos comunes en torno a sus competencias en el manejo de aguas residuales.
- ✓ El sector se encamina hacia cambios culturales profundos y una nueva filosofía de trabajo vinculados con el ambiente.
- ✓ El gasto público se usa eficientemente en las organizaciones del Estado con

- competencia en la supervisión, fiscalización y sanción de las PTAR.
- √ Las inversiones en tratamiento de aguas residuales se usan de manera eficiente, eficaz y sostenible.
- √ Hay recursos necesarios y suficientes para la operación y mantenimiento de las PTAR.
- √ El PMO es reconocido en el sector saneamiento como herramienta clave de gestión de las EPS, con el que se determinan las tarifas de la PTAR.
- √ Se usan nuevos instrumentos financieros en el sector.
- √ La normatividad específica es moderna y actualizada.
- √ Los recursos humanos de las EPS y organizaciones del sector están capacitados y fortalecidos.
- √ Las organizaciones encargadas de la fiscalización están fortalecidas.
- √ Se reduce la eutrofización en cuerpos de agua (mediante la remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes).
- √ Se protegen los ecosistemas acuáticos.
- √ Se reduce la velocidad de salinización de los suelos al eliminarse el riego con aguas residuales sin tratar.
- √ Se reduce la contaminación de fuentes superficiales y subterráneas.
- √ Se protege la salud pública.
- √ Se asegura la calidad de los efluentes y su reuso.

**ANEXOS**  
**ANEXO A: INVENTARIO DE PTAR ADMINISTRADAS POR LAS EPS.**

CodEPS	DEPARTAMENTO	EPS	CodLO C	Localidad	Nombre de planta	Localidades beneficiadas	Poblacion Servidas	Autorización Sanitaria	Caudal (l/s)	Capacidad de Diseño	Tipo de planta	Entorno	Uso del efluente
005	LIMA	EMAPA CAÑETE S.A.	006	CERRO AZUL	LAGUNA DE OXIDACION DE CERRO AZUL	Cerro azul	6819,00	S.I.	8,50	8,50	laguna facultativa primaria y otra secundaria	S.I.	S.I.
005	LIMA	EMAPA CAÑETE S.A.	012	ASIA	LAGUNA DE OXIDACION DE ASIA	Asia	6425,00	S.I.	5,64	5,80	laguna facultativa primaria y otra secundaria	S.I.	S.I.
005	LIMA	EMAPA CAÑETE S.A.	013	CHILCA	LAGUNA DE OXIDACION DE CHILCA	Chilca	13868,00	S.I.	10,07	11,70	laguna facultativa primaria y otra secundaria	S.I.	S.I.
006	PUNO	EMSA PUNO S.A.	001	PUNO	ESPINAR	Puno	116598,00	S.I.	144,26	145,40	lagunas de estabilización	S.I.	S.I.
006	PUNO	EMSA PUNO S.A.	002	JULI	PLANTA JULI	Juli	6945,00	S.I.	2,20	2,60	lagunas del tipo facultativo ambas de tratamiento primario	S.I.	Lago liticaca
006	PUNO	EMSA PUNO S.A.	003	ILAVE	PLANTA ILAVE	Ilave	19023,00	S.I.	23,60	25,40	lagunas de estabilización del tipo facultativo primario	S.I.	Río Ilave
006	PUNO	EMSA PUNO S.A.	004	DESAGUADERO	PLANTA DESAGUADERO	Desaguadero	6978,00	S.I.	3,10	3,30	lagunas del tipo facultativo ambas de tratamiento primario	S.I.	Lago liticaca
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	002	SAN JUAN DE LA VIRGEN	Planta de Tratamiento San Juan de la Virgen	S.I.	3938,00	S.I.	4,00	4,00	Lagunas de Oxidación - Facultativa Primaria	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	003	PAMPAS DE HOSPITAL	Planta de Tratamiento Pampas de Hospital	S.I.	6385,00	S.I.	10,00	10,00	Lagunas de Oxidación - Facultativa Primaria	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	005	NUEVO TUMBES	Planta de Tratamiento Lishner Tudela	S.I.	20635,00	S.I.	6,50	6,50	Lagunas de Oxidación - Facultativa Secundario	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	006	CORRALES	Planta de Tratamiento Corrales	S.I.	21330,00	S.I.	4,00	4,00	Lagunas de Oxidación - Facultativa Primaria	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	007	SAN JACINTO	Planta de Tratamiento San Jacinto	S.I.	8422,00	S.I.	1,75	4,00	Lagunas de Oxidación - Facultativa Primaria	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	008	LA CRUZ	Planta de Tratamiento La Cruz	S.I.	8482,00	S.I.	2,80	2,80	Lagunas de Oxidación - Facultativa Secundario	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	009	ZORRITOS	Planta de Tratamiento La Tuzilla	S.I.	9295,00	S.I.	2,60	8,00	Lagunas de Oxidación - Facultativa Primaria	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	011	ZARUMILLA	Planta de Tratamiento 28 de Julio	S.I.	17775,00	S.I.	10,32	4,23	Lagunas de Oxidación - Facultativa Primaria	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	011	ZARUMILLA	Planta de Tratamiento Campo Amor	S.I.	17775,00	S.I.	6,09	6,09	Lagunas de Oxidación - Facultativa Primaria	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	012	AGUAS VERDES	Planta de Tratamiento Aguas Verdes	S.I.	14130,00	S.I.	4,77	4,77	Lagunas de Oxidación - Facultativa Secundario	S.I.	Ninguno
008	TUMBES	AGUAS DE TUMBES	013	PAPAYAL	Planta de Tratamiento Papayal	S.I.	4093,00	S.I.	1,51	1,54	Lagunas de Oxidación - Facultativa Primaria	S.I.	Ninguno
010	ICA	EMAPISCO S.A.	001	PISCO	Boca del Río	Pisco, San Andrés	69564,00	S.I.	129,91	140,00	Lagunas de oxidación	S.I.	Descarga al río Pisco

CodEPS	DEPARTAMENTO	EPS	CodLO C	Localidad	Nombre de planta	Localidades beneficiadas	Poblacion Servidas	Autorización Sanitaria	Caudal (l/s)	Capacidad de Diseño	Tipo de planta	Entorno	Uso del efluente
010	ICA	EMARISCO S.A.	008	LA VILLA TUPAC AMARU	Tupac Amaru	Villa Tupac Amaru	S.I.	S.I.	15.75	16.20	Laguna de oxidación	S.I.	Regados de cultivos de algodón
011	CAJAMARCA	SEDACAJ S.A.	001	CAJAMARCA	LA ARGENTINA	Cajamarca	125337.00	S.I.	0.00	Inoperativo - 140	lagunas facultativas primarias y secundarias	S.I.	Río Mashcón
012	TACNA	EPS TACNA S.A.	001	TACNA	Planta de tratamiento de inagollo	Tacna	242147.00	S.I.	313.26	180.00	Lagunas facultativas	S.I.	Agricultura
012	TACNA	EPS TACNA S.A.	001	TACNA	Planta de tratamiento de como sur	Tacna		S.I.		150.00	Lagunas de oxidacion	S.I.	Agricultura
013	ICA	EMAPAVIGSSA	001	NASCA	Lagunas de oxidación	Nasca	35276.00	S.I.	40.00	40.00	proceso de pretreatmento (cámara de rejillas) y dos lagunas en serie para el tratamiento primario (remoción de materia orgánica sedimentable) y el tratamiento secundario (remoción de la DBO)	S.I.	Agricultura
014	ANCASH	SEDACHIMBOTE S.A.	001	CHIMBOTE	LAGUNAS VILLA MARÍA	Chimbote		S.I.		70.00	Facultativa primaria y secundaria	S.I.	Cultivo de junco y carrizo por informales
014	ANCASH	SEDACHIMBOTE S.A.	001	CHIMBOTE	LAGUNAS LAS GAVIOTAS	Chimbote	327994.00	S.I.	234.59	235.00	Facultativa primaria	S.I.	Cultivo de junco y carrizo por informales
014	ANCASH	SEDACHIMBOTE S.A.	001	CHIMBOTE	LAGUNA CENTRO SUR A	Chimbote		S.I.		15.00	Lagunas de oxidacion	S.I.	Descarga al mar
014	ANCASH	SEDACHIMBOTE S.A.	002	CASMA	LAGUNA 1	Casma		S.I.		Inoperativa	Lagunas de oxidacion	S.I.	Descarga al mar
014	ANCASH	SEDACHIMBOTE S.A.	002	CASMA	Planta de tratamiento Casma	Casma	24719.00	S.I.	46.31	50.00	Facultativa primaria	S.I.	agricultura
014	ANCASH	SEDACHIMBOTE S.A.	003	HUARMAY	LAGUNA PACAISITO	Huarmey		S.I.		10.00	Facultativa primaria	S.I.	agricultura
014	ANCASH	SEDACHIMBOTE S.A.	003	HUARMAY	LAGUNA HUANCHAJUITO	Huarmey	17201.00	S.I.	29.28	20.00	Facultativa primaria	S.I.	agricultura
014	ANCASH	SEDACHIMBOTE S.A.	003	HUARMAY	LAGUNA PUERTO HUARMAY	Huarmey		S.I.		2.00	Facultativa primaria	S.I.	Dren agrícola con circuito al mar
015	AYACUCHO	EPSASA	001	HUAMANGA	AGUAS SERVIDAS TOTORA	Huamanga	170833.00	S.I.	249.18	273.00	2 cámaras de rejillas, 2 desarenadores, 1 medidor Parshal, 2 tanques Imhoff, 2 lagunas de oxidación, 1 batería de 4 unidades de lechos de secado, Obras auxiliares y 1 edificio de operación.	S.I.	Cuerpo receptor
015	AYACUCHO	EPSASA	002	HUANTA	AGUAS SERVIDAS HUANTA	Huanta	29367.00	S.I.	22.23	40.00	Lagunas de oxidacion	S.I.	Cuerpo receptor
016	SAN MARTIN	EMAPA SAN MARTIN S.A.	006	SAN JOSE DE SISA	EL DORADO	San Jose de Sisa	7736.00	S.I.	8.35	14.82	Lagunas de oxidacion	S.I.	Río Sisa

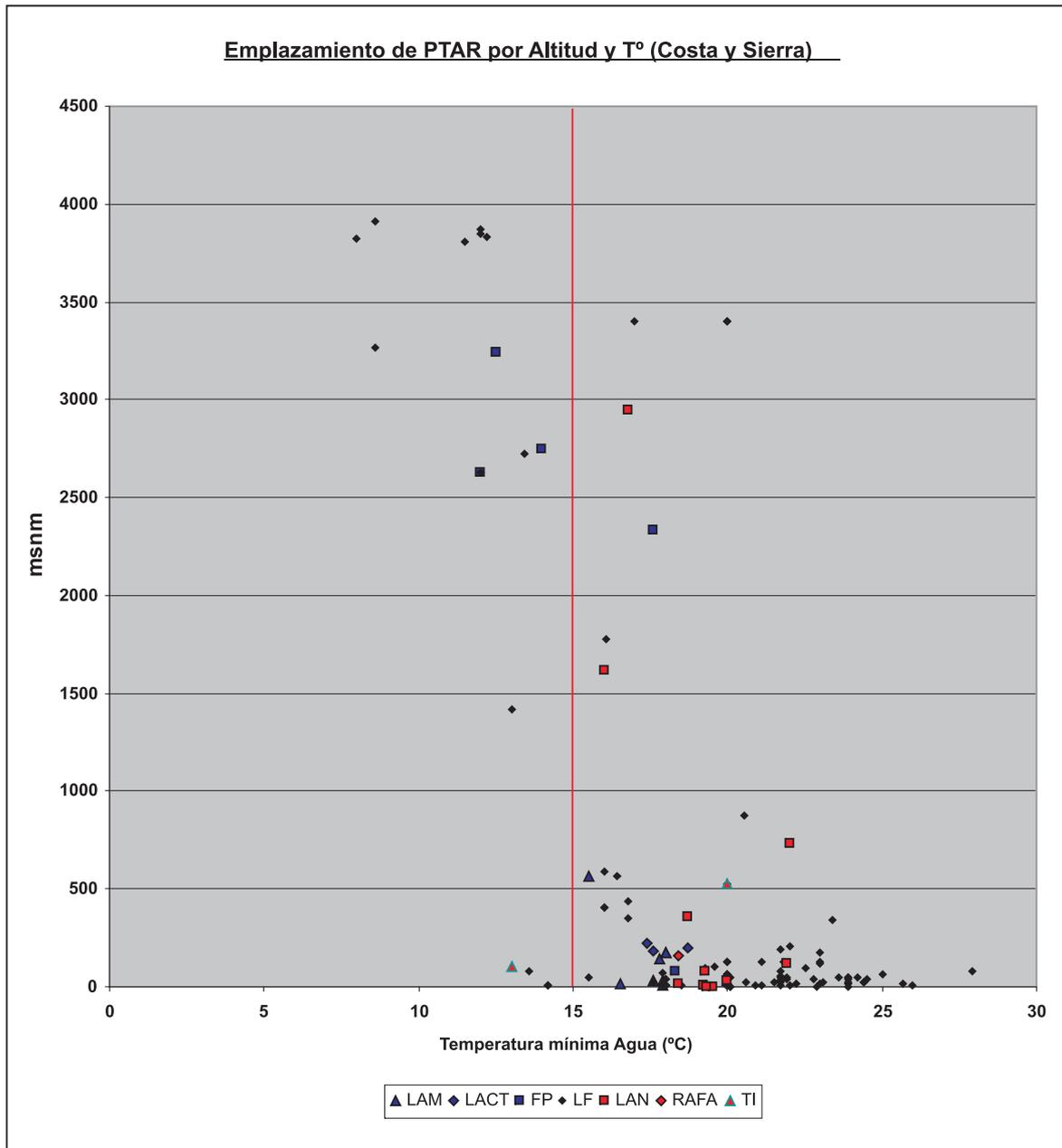
CodePS	DEPARTAMENTO	EPS	CodLO C	Localidad	Nombre de planta	Localidades beneficiadas	Poblacion Servidas	Autorización Sanitaria	Caudal (l/s)	Capacidad de Diseño	Tipo de planta	Entorno	Uso del efluente
018	ICA	SEMAPACH S.A.	001	CHINCHA ALTA	PTAR 01 (Sector El Pedregal)	CHINCHA ALTA	58634.00	S.I.	210.00	210.00	Laguna de Oxidación	S.I.	Agricultura
018	ICA	SEMAPACH S.A.	002	TAMBO DE MORA	PTAR 02 (Sector Cruz Verde)	TAMBO DE MORA	4073.00	S.I.	23.13	25.00	Laguna de Oxidación	S.I.	Agricultura
018	ICA	SEMAPACH S.A.	006	GROCIO PRADO	PTAR 04 (Barrio Saravia)	S.I.	17300.00	S.I.	10.00	10.00	Laguna de Oxidación	S.I.	Agricultura
018	ICA	SEMAPACH S.A.	007	SUNAMPE	PTAR 03 (Sector San Francisco)	S.I.	21019.00	S.I.	15.25	15.25	Laguna de Oxidación	S.I.	Agricultura
019	JUNIN	EPS SELVA CENTRAL S.A.	040	PICHANAKI	PTAR 01 (Ileguna)	Pichanaki	34528.00	S.I.	40.00	10.00	Laguna facultativa	S.I.	Cuerpo receptor
019	JUNIN	EPS SELVA CENTRAL S.A.	040	PICHANAKI	PTAR 02 (INHOFF)	Pichanaki		S.I.		30.00	Tanque Inhoff	S.I.	Cuerpo receptor
020	MOQUEGUA	EMAPA MOYOBAMBA S.R.LTDA.	002	SORTOR	Soritor	Soritor	12934.00	S.I.	19.24	37.93	Lagunas de estabilización	S.I.	Cuerpo receptor
022	MOQUEGUA	EPS MOQUEGUA S.R.LTDA.	001	MOQUEGUA	Laguna de Yaracachi	Moquegua		S.I.		35.00	Laguna aeróbica	S.I.	Agricultura
022	MOQUEGUA	EPS MOQUEGUA S.R.LTDA.	001	MOQUEGUA	Laguna de San Antonio	Moquegua	49030.00	S.I.	75.00	20.00	Laguna aeróbica	S.I.	Agricultura
022	MOQUEGUA	EPS MOQUEGUA S.R.LTDA.	001	MOQUEGUA	Laguna de Locumbilla	Moquegua		S.I.		20.00	Laguna aeróbica	S.I.	Agricultura
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	003	PUENTE PIEDRA	PTAR Puente Piedra	Puente Piedra	217752.00	S.I.	0.00	422.00	Lodos activados aireación extendida (SBR)	S.I.	Descontaminación del río
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	008	ANCON	PTAR Ancon	Ancon	30492.00	NO	0.00	20.00	Lagunas de oxidación	Eriazo	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	008	ANCON	PTAR Jerusalem	Ancon		NO		20.00	Lagunas de oxidación	Eriazo	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	009	SANTA ROSA	PTAR Santa Rosa	Santa Rosa	10756.00	NO	0.00	18.00	Filtro percolador	Urbano	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	015	VENTANILLA	PTAR Ventanilla	Ventanilla	263497.00	NO	0.00	250.00	Lagunas de oxidación	Agricultura	Agricultura
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	023	ATE-VIARTE	PTAR Carapongo	Ate Viarte	486.313	EN TRÁMITE	0.00	500.00	Anaerobio-aerobio	Agricultura	Descontaminación del río
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	026	EL AGUSTINO	PTAR Nueva sede Alárlea	El Agustino	172582.00		1.00	1.00	lodos activados		Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	031	SAN JUAN DE LURIGANCHO	PTAR San Antonio de Carapongo	San Juan de Lurigancho	857072.00	SI	0.00	23.00	Lodos activados aireación extendida (SBR)	Urbano	Descontaminación del río
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	032	LURIN	PTAR San Bartolo	Lima				Inoperativo - 1700	Lagunas aireadas	S.I.	Ampliación de la frontera agrícola
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	032	LURIN	PTAR San Pedro de Lurin	Lima	57933.00	S.I.	0.00	20.00	Anaerobio-aerobio	S.I.	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	032	LURIN	PTAR Julio C. Tello	Lima				10.00	lagunas de oxidación	S.I.	Descontaminación del río
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	032	LURIN	PTAR Nuevo Lurín	Lima				10.00	lagunas de oxidación	S.I.	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	033	PACHACAMAC	PTAR Punta Hermosa	Lima	58135.00	NO	0.00	10.00	lagunas de oxidación	Eriazo	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	034	PUCUSANA	PTAR Pucusana	Lima	8894.00	S.I.	0.00	10.00	lagunas de oxidación	S.I.	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	035	SAN JUAN DE MIRAFLORES	PTAR San Juan	Lima	351153.00	S.I.	0.00	800.00	Lagunas aireadas	S.I.	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	036	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	PTAR José Galvez	Lima	374705.00	S.I.	0.00	100.00	Anaerobio-aerobio	S.I.	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	037	VILLA EL SALVADOR	PTAR Huascar	Lima	388077.00	S.I.	0.00	170.00	Lagunas aireadas	S.I.	Riego de areas verdes
026	LIMA	SEDAPAL S.A.	037	VILLA EL SALVADOR	PTAR Parque 26	Lima				Proviene de Huascar-100	Lagunas de maduración	S.I.	Riego de areas verdes

CodEPS	DEPARTAMENTO	EPS	CodLO C	Localidad	Nombre de planta	Localidades beneficiadas	Población Servidas	Autorización Sanitaria		Capacidad de Diseño	Tipo de planta	Entorno	Uso del efluente
								Caudal (l/s)	Caudal (l/s)				
027	MOQUEGUA	EPS ILO S.R.LTDA.	001	ILO	Planta de Pacocha (playa media luna)	Ilo	65686.00	S.I.	31,45	200.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Descarga al mar
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	001	TRUJILLO	PTAR Covicorti	Trujillo, Victor Larco y El Porvenir	483630.00	S.I.	362.72	880.00	Lagunas aereadas	S.I.	Descarga al mar
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	001	TRUJILLO	PTAR El Cortijo	Esperanza, Florencia de Mora	193674.00	S.I.	148.56	202.00	Lagunas aereadas	S.I.	Descarga al mar
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	006	HUANCHACO	L.E. El Milagro	El Milagro	30891.00	S.I.	3.41	28.00	Lagunas de estabilización	S.I.	Riego de plantas de tallo alto
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	003	CHEPEN	L.E. Chepen	Chepen	41610.00	S.I.	35.67	85.00	Lagunas de estabilización	S.I.	Descarga a canal de riego
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	006	HUANCHACO	L.E. Huanchaco	Huanchaco	30891.00	S.I.	3.41	20.00	Lagunas de estabilización	S.I.	Riego de plantas de tallo alto
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	007	MOCHE	L.E. Las Delicias	Moche	24706.00	S.I.	10.00	10.00	Lagunas de estabilización	S.I.	Riego de plantas de tallo alto
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	008	SALAVERRY	L.E. Salaverry	Salaverry	10685.00	S.I.	12.42	30.00	Lagunas de estabilización	S.I.	Descarga al mar
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	011	CHOCOPE	L.E. Chocope	Chocope	7503.00	S.I.	8.01	12.00	Lagunas de estabilización	S.I.	Descarga a canal de riego
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	012	PUERTO MALABRIGO	L.E. Puerto Malabrigo	Puerto Malabrigo	4987.00	S.I.	1.41	S.I.	Inoperativo	S.I.	S.I.
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	013	PAIJAN	L.E. Paján	Paján	20867.00	S.I.	6.55	70.00	Lagunas de estabilización	S.I.	No tiene
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	006	HUANCHACO	L.E. Valdivia	Trujillo, Victor Larco y El Porvenir	483630.00	S.I.	362.72	95.00	Lagunas de estabilización	S.I.	Riego de plantas de tallo alto
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	006	HUANCHACO	L.E. PIT	Trujillo, Victor Larco y El Porvenir	483630.00	S.I.	362.72	20.00	Lagunas de estabilización	S.I.	Riego de plantas de tallo alto
028	LA LIBERTAD	SEDALIB S.A.	018	PACANGUILLA	L.E. Pacanguilla	Pacanguilla	5201.00	S.I.	1.80	16.00	Lagunas de estabilización	S.I.	No tiene
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	001	CHICLAYO	PTAR 1-Chidayo	Chidayo	496969.00	S.I.	818.00	200.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Agricultura
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	001	CHICLAYO	PTAR 2-Chidayo	Chidayo	496969.00	S.I.	818.00	618.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Agricultura y Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	002	LAMBAYEQUE	PTAR 3-Lambayeque	Lambayeque	48805.00	S.I.	40.00	40.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	003	FERREÑAFE	PTAR 4-Ferreñafe	Ferreñafe	45635.00	S.I.	23.00	23.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	004	PIMENTEL	PTAR 21 - Pimentel	Pimentel	27115.00	S.I.	0.00	25.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Agricultura
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	006	ETEN	PTAR 15 - Ciudad Eten	Eten	11235.00	S.I.	0.00	No operativa-49lps	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	007	MONSEFU	PTAR 16 - Monsefu	Monsefu	22999.00	S.I.	0.00	No operativa-40lps	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	011	PICSI	PTAR 23 - Pícsi	Pícsi	5252.00	S.I.	5.00	5.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	012	REQUE	PTAR 14 - Reque	Reque	10038.00	S.I.	10.56	18.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	013	ZAÑA	PTAR 17 - Zaña	Zaña	9728.00	S.I.	8.83	15.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	014	SANTA ROSA	PTAR 20 - Santa Rosa	Santa Rosa	11353.00	S.I.	3.00	3.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	015	ILLIMO	PTAR 8 - Illimo	Illimo	7027.00	S.I.	9.70	10.80	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor

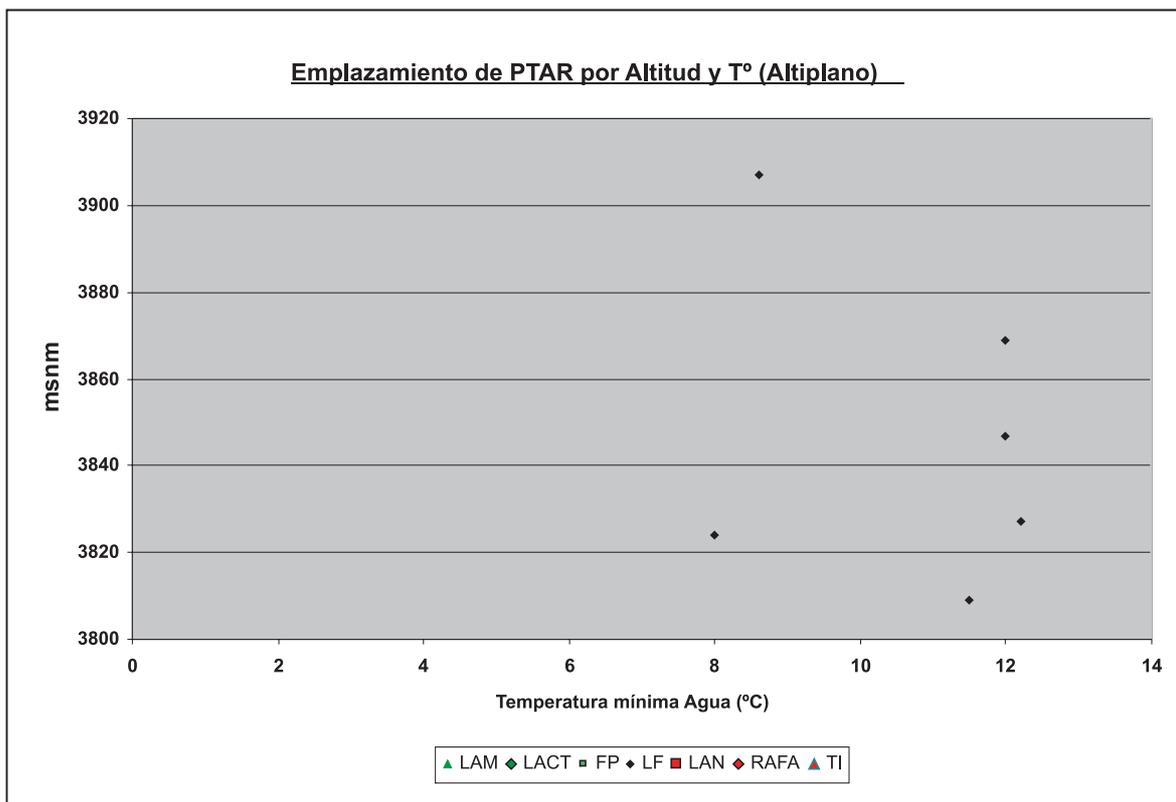
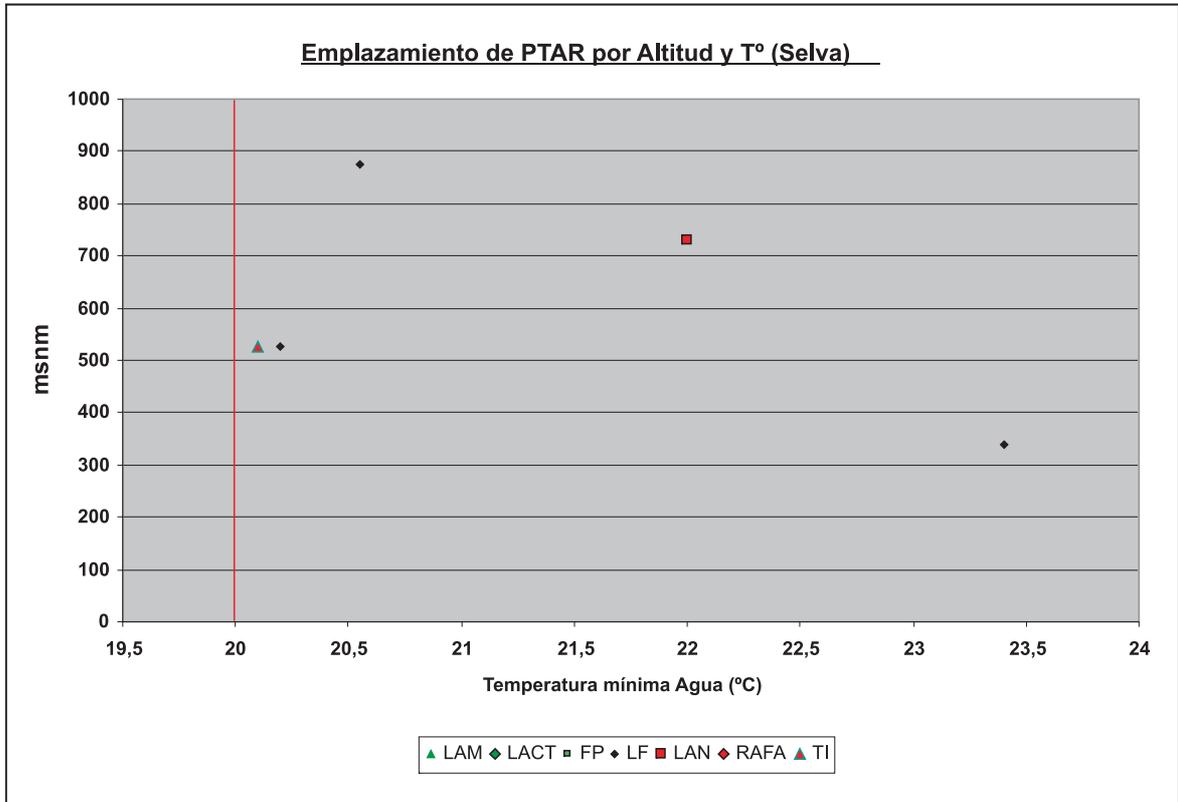
CodEPS	DEPARTAMENTO	EPS	CodLO C	Localidad	Nombre de planta	Localidades beneficiadas	Poblacion Servidas	Autorización Sanitaria	Caudal (l/s)	Capacidad de Diseño	Tipo de planta	Entorno	Uso del efluente
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	017	MOCHUMI	PTAR 6 - Mochumi	Mochumi	6918.00	S.I.	6.00	6.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	018	MOTUPE	PTAR 12 - Motupe	Motupe	13542.00	S.I.	23.00	23.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	019	OLIMOS	PTAR 13 - Olmos	Olmos	14377.00	S.I.	15.57	43.50	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	020	PACORA	PTAR 9 - Pacora	Pacora	3804.00	S.I.	6.18	9.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	021	SALAS	PTAR 11 - Salas	Salas	2392.00	S.I.	0.00	5.60	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	022	SAN JOSE	PTAR 5 - San José	San José	11351.00	S.I.	6.60	6.60	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	023	TUCUME	PTAR 7 - Tucume	Tucume	7912.00	S.I.	8.00	8.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	026	POSOPE ALTO	PTAR 24 - Posope Alto	Posope Alto	11083.00	S.I.	11.51	20.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	027	BATAN GRANDE	PTAR 22 - Batan Grande	Batan Grande	3962.00	S.I.	3.00	3.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	028	JAYANCA	PTAR 10 - Jayanca	Jayanca	8930.00	S.I.	14.96	30.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	029	MOCUPE	PTAR 18 - Mocupe nuevo	Mocupe	6909.00	S.I.	7.07	1.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	029	MOCUPE	PTAR 19 - Mocupe tradicional	Mocupe	6909.00	S.I.	7.07	21.00	Lagunas de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
029	LAMBAYEQUE	EPSEL S.A.	030	PAMPA GRANDE	PTAR 25 - Pampa grande	Pampa Grande	4227.00	S.I.	4.83	14.00	Laguna anaerobia facultativa	S.I.	Cuerpo receptor
030	AREQUIPA	SEDAPAR S.A.	010	AREQUIPA METROPOLITANA	Planta de Tratamiento Chilpina (Socabaya)	Arequipa Metropolitana	852941.00	S.I.	125.00	125.00	Tanques Imhoff-Biofiltros	S.I.	Irrigación, plantas tallo alto
030	AREQUIPA	SEDAPAR S.A.	018	LA JOYA	PTAR La Joya (Rio Seco)	La Joya	6449.00	S.I.	8.66	16.00	Laguna de oxidación	S.I.	Quebrada
030	AREQUIPA	SEDAPAR S.A.	031	CARAVELI	PTAR Caraveli (La Coyona)	Caraveli	4154.00	S.I.	9.00	9.00	Laguna de oxidación	S.I.	Rio
030	AREQUIPA	SEDAPAR S.A.	056	EL PEDREGAL	PTAR El Pedregal (Sector el Molle)	El Pedregal	12166.00	S.I.	16.53	19.00	Laguna de oxidación	S.I.	Quebrada
030	AREQUIPA	SEDAPAR S.A.	061	CHUQUIBAMBA	PTAR Chuquibamba (Huacucani)	Chuquibamba	4306.00	S.I.	3.25	4.00	Lagunas	S.I.	Quebrada
030	AREQUIPA	SEDAPAR S.A.	072	COCACHACRA	PTAR Cocachacra (P.J.J. Rosa de Montoya)	Cocachacra	5676.00	S.I.	4.31	9.60	Tanques INHOFF	S.I.	Rio
030	AREQUIPA	SEDAPAR S.A.	076	PUNTA DE BOMBON	Laguna Camino Playa	Punta de Bombón	6708.00	S.I.	10.35	21.60	Laguna de oxidación	S.I.	Mar
030	AREQUIPA	SEDAPAR S.A.	076	PUNTA DE BOMBON	Tanque Anexo Bombon	Punta de Bombón	6708.00	S.I.	10.35	0.80	Tanques sépticos	S.I.	Campo de percolación
031	CUSCO	EPS - SEDACUSCO S.A.	001	CUSCO	SAN JERONIMO	Cusco	342806.00	S.I.	343.53	350.00	planta convencional de flujo continuo Aeróbico con filtro biológico de alta tasa y digestión y desecación Aeróbica de lodos	S.I.	Cuerpo receptor
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	001	PIURA	San Martín	Piura	254408.00	S.I.	115.00	102.00	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	001	PIURA	UDEP	Piura	254408.00	S.I.	115.00	13.00	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	001	PIURA	Los Geranios	Piura	183499.00	S.I.	3.56	Inoperativa	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	002	SULLANA	El Cucho	Sullana	183499.00	S.I.	3.56	380.00	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura

CodEPS	DEPARTAMENTO	EPS	CodLO C	Localidad	Nombre de planta beneficiadas	Localidades beneficiadas	Poblacion Servidas	Autorización Sanitaria	Caudal (l/s)	Capacidad de Diseño	Tipo de planta	Entorno	Uso del efluente
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	003	TALARA	Talara-ENACE-Negritos	Talara	88800.00	S.I.	21.67	21.67	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	004	CHULUCANAS	Chulucanas	Chulucanas	58888.00	S.I.	18.21	150.00	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	006	MARCAVELICA	Mallanitos	Marcaavelica	24906.00	S.I.	2.97	4.00	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	007	CATACAOS	Catacaos	Catacaos	66039.00	S.I.	35.68	35.68	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	008	TAMARINDO	Tamarindo	Tamarindo	4435.00	S.I.	3.78	5.10	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	010	LANCONES	Lancones	Lancones	1511.00	S.I.	0.89	2.00	Tanque Inhoff	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	012	MORROPON	Morropón	Morropón	10009.00	S.I.	3.28	5.10	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	014	COLAN	Colan	Colan	3385.00	S.I.	0.57	5.21	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	015	PUEBLO NUEVO	Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo	9436.00	S.I.	5.83	5.83	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	016	EL ARENAL	El Arenal	El Arenal	1176.00	S.I.	2.02	2.08	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	017	VIVIATE	Viviate	Viviate	S.I.	S.I.	0.39	5.73	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	020	MIRAMAR	Miramir	Miramir	1893.00	S.I.	0.28	3.50	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	023	NEGRITOS	Negritos	Negritos	12170.00	S.I.	12.16	17.92	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	025	MANGORA	Mangora	Mangora	8863.00	S.I.	8.76	14.45	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	026	LOS ORGANOS	Los Órganos	Los Órganos	8387.00	S.I.	3.60	5.00	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	027	PAITA	Paíta	Paíta	70639.00	S.I.	82.21	121.88	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	028	CASTILLA	Tacalá	Castilla	126052.00	S.I.	80.00	26.00	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
032	PIURA	EPS GRAU S.A.	028	CASTILLA	El indio	Castilla				54.00	Lagunas de estabilización	S.I.	agricultura
036	LIMA	SEMAPA BARRANCA S.A.	001	BARRANCA	PTAR 01 (Nor Este Urb. Santa Catalina)	Barranca	57196.00	S.I.	0.00	15.00	Lagunas de Oxidacion	S.I.	Volcadas al mar
037	ICA	EMAPICA S.A.	001	ICA	Cachiche	Ica				411.00	Lagunas facultativas primarias	S.I.	Agricultura
037	ICA	EMAPICA S.A.	001	ICA	Angostura Limon	Ica	122595.00	S.I.	404.29	35.00	Lagunas facultativas primarias y secundarias	S.I.	Agricultura
037	ICA	EMAPICA S.A.	002	PALPA	Chipiona	Palpa	6202.00	S.I.	0.00	15.46	Lagunas facultativas primarias y secundarias	S.I.	Agricultura
037	ICA	EMAPICA S.A.	003	PARCONA	Yaurilla	Parcona	29592.00	S.I.	54.59	60.00	Lagunas anaerobias primarias y secundarias	S.I.	Agricultura
041	PUNO	SEDAJULIACA S.A.	001	JULIACA	Planta de Tratamiento Chilla	Juliaca	220204.00	S.I.		200.00	Lagunas facultativas	S.I.	Descarga al río Torococha
042	JUNIN	EPS MANTARO S.A.	002	CHUPACA	LAGUNA OXIDACION CARATO	Chupaca	17724.00	S.I.	3.16	15.47	Laguna de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
045	CAJAMARCA	EPS MIRAÑON	001	JAEN	LAGUNA - JAEN	Jaen	18885.00	S.I.	298.34	321.50	Laguna de oxidación	S.I.	Cuerpo receptor
048	PUNO	EPS AGUAS DEL ALTIPLANO	001	AYAVIRI	Balsashurto	Ayaviri	22009.00	S.I.	18.00	27.00	Laguna de oxidación	S.I.	descarga en río

## ANEXO B: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE PTAR DE ACUERDO A REGIÓN, ALTITUD Y TEMPERATURA<sup>33</sup>



<sup>33</sup> Para que exista actividad anaerobia se requiere  $T^{\circ} > 15^{\circ}\text{C}$  (Sistemas de Lagunas de Estabilización, Sergio Rolim Mendonca, julio 2000)



## ANEXO C: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

la contaminación que provoca el arrojado de aguas residuales sin tratamiento o con tratamiento primario, como es el caso de la mayoría de PTAR de las EPS, tiene un impacto sobre el ambiente que genera pérdidas económicas a la sociedad.

Valorar el tamaño del daño en términos económicos exige una metodología de evaluación social que se aplica a obras como las PTAR. Dicha metodología permite estimar la mayor rentabilidad de los cultivos regados con aguas residuales tratadas; los costos evitados por el tratamiento médico de enfermedades gastrointestinales; el incremento del valor de las propiedades aledañas a las descargas por la reducción de malos olores, mosquitos y zancudos; la posibilidad de liberar recursos económicos destinados a la extracción de agua subterránea al disponerse más agua de reuso; la pérdida de la productividad de los ecosistemas acuáticos y de la pesca; y la necesidad de dedicar recursos a la limpieza de lagos y ríos eutrofizados por la invasión de maleza acuática.

### a. Impactos al ecosistema

El deterioro del ecosistema acuático provocado por los contaminantes de las aguas residuales sin tratamiento o inadecuadamente tratadas se lista en el cuadro 1, donde además se señala el impacto ecológico o económico que se debe considerar en un análisis de costo-beneficio de proyectos de saneamiento.

**Cuadro 1**  
**Principales impactos de las aguas residuales sobre el ecosistema acuático**

Impactos potenciales	
Ecológicos	Económicos
Asfixia en peces	Cambio en la biomasa, traducida como pérdida del alimento de especies comerciales
Incremento temporal del plancton	
Reducción de la productividad primaria neta	
Reducción de la producción de zooplancton y bentos	
Disminución de la cantidad y calidad del alimento de peces	Cambios en la disponibilidad de organismos con valor de mercado o valor de sustitución Pérdida de ingresos por la actividad pesquera Pérdida de ingresos en empresas subsidiarias de la pesca
Proliferación de parásitos en peces	
Daño en los órganos de los peces	
Reducción de la tasa de crecimiento y talla de los peces	
Suspensión del desarrollo de los huevos y larvas de peces	
Reducción de la fecundidad y reproducción de peces	
Pérdida de la reserva natural	
Reducción de organismos de talla comercial	Costos de limpieza o rehabilitación
Contaminación de sedimentos	

Impactos potenciales	
Ecológicos	Económicos
Modificación del nado de los peces, movimientos naturales y patrones de migración	Pérdida de especies comerciales y los ingresos asociados a su pesca Pérdida de empleos Pérdida de recreación Pérdida de ingresos por adquisición de bienes sustitutos de la pesca de autoconsumo
Desaparición de hábitats de distintas especies	
Desaparición de nichos o funciones de los organismos	
Movimiento de las poblaciones de peces a áreas de menor contaminación	
Incremento de la vulnerabilidad por la competencia por el espacio y alimento en zonas limpias	
Modificación de la cadena trófica	
Acortamiento de la cadena trófica	
Modificación de las comunidades biológicas	
Pérdida local de especies sensibles	
Proliferación de especies tolerantes	
Pérdida de la diversidad biológica local	
Desaparición de organismos comerciales	
Incremento de la vulnerabilidad de especies endémicas o amenazadas	
Impacto sobre aves migratorias	Costos de la recuperación de condiciones de calidad requerida por las especies
Deterioro de las áreas riparias (zona donde existen comunidades biológicas) por depósito de basura y sedimentos	Disminución del valor de las propiedades
Incremento de la materia orgánica disponible en las zonas riparias	Diferencias de productividad de las tierras de cultivo o su deterioro
Producción excesiva de algas y plantas acuáticas	Liberación de recursos no utilizados en la limpieza de embalses
Pérdida de agua por evapotranspiración de la maleza acuática	Estimación del valor del volumen perdido conforme a su uso potencial
Producción de fitotoxinas	Incremento de costos por mayor nivel de desinfección del agua
Exportación de nutrientes a: Suelos (corto plazo)	Ahorro por la aplicación de nutrientes Inaceptabilidad en el mercado y por el consumidor por la calidad de los productos Efectos potenciales a la salud, requerimientos de tratamiento y confinación de los acuíferos
Acuíferos (largo plazo, pero con efectos potenciales actuales)	
Océanos (largo plazo, pero con efectos potenciales actuales)	Potenciales efectos en la productividad pesquera e ingresos asociados
Bioacumulación de metales, zooplancton y macroinvertebrados (corto plazo)	Efectos potenciales a la salud, traducidos como costos de tratamiento médico Rechazo de los productos en el mercado y pérdida del valor de la captura Pérdida de empleos e ingresos por parte de los pescadores
Bioacumulación en los moluscos (corto plazo)	
Bioacumulación en los peces (mediano plazo)	
Deformaciones en distintos grupos Cambios genéticos Efectos como enanismo o baja talla comercial Propagación de enfermedades	
Disminución de la resiliencia del ecosistema o en la capacidad de recuperar sus condiciones iniciales debido a los impactos acumulativos y residuales (contaminantes sin tratamiento)	
	Inversiones de largo plazo para la rehabilitación de ríos, lagos y embalses, así como para la protección o descontaminación del agua subterránea

Fuente: Valuación económica del impacto ambiental de las descargas de aguas residuales municipales. México, DF: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

El ecosistema es una unidad funcional que provee servicios ambientales, que incluyen bienes (peces, crustáceos, etc.), funciones (hábitats y nichos ecológicos) y servicios de autodepuración (dilución, asimilación por procesos orgánicos, químicos, fotólisis, etc.). Valorar estos servicios resulta sencillo si tienen un valor en el mercado (como la pesca), pero si no lo tienen, una alternativa es valorar el daño ambiental causado (la pérdida de peces) mediante el uso de valores aproximados a los precios del mercado, es decir, lo que costaría producir al menos una reserva mínima de peces en las condiciones actuales. También se pueden estimar los costos evitados por la limpieza de maleza acuática y la recuperación del valor escénico por el incremento de la demanda de los servicios de lanchas en un río caudaloso o lago.

#### **b. Métodos de valoración económica de los costos ambientales**

Cuando se difundió el concepto de desarrollo sostenible, se pensó que la contabilidad ambiental también tenía que comenzar a construir metodologías para su valuación, aplicación y control. Para ello es indispensable aplicar la contabilidad física y monetaria en las áreas de los recursos naturales y el ambiente. En este sentido, el agotamiento y degradación de los recursos naturales y los registros de costos de su uso ha llevado a propuestas metodológicas que permiten asimilar la información ambiental cuantitativa y cualitativa a través de presentaciones específicas.

Las metodologías se aplican tanto a la valoración de los agentes y bienes ambientales, como a los efectos que originan ciertos agentes externos en el ambiente; el efecto principal es la contaminación.

Existen métodos directos e indirectos para hacer la valoración económica en las PTAR. Los métodos de valoración directa buscan crear mercados ficticios para el bien o servicio afectado; mientras que la valoración indirecta emplea técnicas para conocer las preferencias de los usuarios por medio de la observación o el contacto directo con los individuos.

**Cuadro 2**  
**Métodos de valoración económica de los costos ambientales de los proyectos de PTAR**

Valoración económica	Método
<p><b>Directa</b></p> <p>Se obtiene el valor monetario de la disposición a pagar por un bien ambiental o de la petición de indemnización por la afección de un medio por un agente externo.</p>	<p><b>Costo de desplazamiento:</b> Estudiado por Munasinghe (1993)<sup>34</sup>, como método por costo de viaje; requiere gran número de datos que son difíciles de recopilar y analizar.</p> <p><b>Variación en el precio de los bienes:</b> Se basa en la relación entre los precios de los bienes en el mercado (muebles e inmuebles) y la calidad ambiental del lugar donde se encuentran (calidad de aire y del agua, ruido, paisaje urbano, etc.). Los precios de los bienes son mayores en las zonas donde la calidad ambiental es mayor, por tanto, si hay dos bienes inmuebles iguales, pero ubicados en distintas zonas, la diferencia entre el precio que la gente estaría dispuesta a pagar por cada uno, indicaría el valor monetario atribuido a la calidad ambiental de cada zona.</p> <p><b>Valoración contingente:</b> Se basa en encuestas acerca del precio máximo que están dispuestos a pagar los ciudadanos por una mejora en el ambiente, o también el precio mínimo que aceptarían como compensación para soportar determinada situación nociva.</p>
<p><b>Indirecta</b></p> <p>Se establece la relación dosis–efecto para determinar los valores físicos de la contaminación y luego se hace una valoración económica (por ejemplo, la salud del ser humano y de los demás seres vivos, así como de los factores abióticos y la depreciación de los bienes materiales transformados por el ser humano)</p>	<p><b>Costos de prevención (costos evitados):</b> Las valoraciones individuales o sociales, la capacidad negociadora de grupos, cuestiones presupuestarias, etc. son las que tienen incidencia en el análisis de esta metodología, ya que los costos de prevención de daños ambientales dependen de ellas.</p> <p><b>Función de daños:</b> Se evalúa el costo de las pérdidas en recursos materiales (destrucción de viviendas, inutilización de instalaciones, mobiliario afectado y demás daños materiales) de acuerdo con el precio del mercado. También se toman en cuenta los costos por enfermedades (medicamentos, tratamiento hospitalario) e incapacidad para trabajar.</p>

Los aportes que ofrece la economía a la contabilidad ambiental son significativos. Uno de esos aportes es el indicador de costo-efectividad, que permite estimar la manera más económica de lograr un objetivo de calidad ambiental con un gasto determinado de recursos. En la consecución de metas ambientales, los costos y los beneficios se miden y expresan en términos comparables. Este es un instrumento de medición recomendado para evaluar las decisiones ambientales, sobre todo en las políticas públicas.

Existen otros métodos para valorar los costos ambientales, los cuales requieren la investigación de coeficientes de transferencia (simulación) y proyecciones en el futuro (series de tiempo).

### c. Los servicios ambientales de los cuerpos receptores

Los servicios ambientales de los cuerpos receptores de las aguas residuales de las EPS (usualmente ríos, lagunas o lagos) son funciones ecológicas que permiten degradar — hasta cierto nivel— la carga contaminante de las aguas residuales mediante su función de autodepuración, lo que implica en sí una inversión que las EPS no han ejecutado. Se

<sup>34</sup> Environmental Economics and Natural Resource Management in Developing Countries. World Bank. Washington D. C.

convierten en servicios ambientales al ser identificados como necesarios para los sistemas económicos y sociales de generación de valor y cuando el ser humano los identifica como importantes para sus actividades.

Se entiende que los servicios ambientales no necesitan del ser humano para su mantenimiento, son autorrenovables y no han sido reemplazados por el ser humano hasta hoy.

El pago por servicios ambientales es un mecanismo de compensación flexible, directo y promisorio, por el cual los proveedores de servicios ambientales reciben un pago por parte de los usuarios de tales servicios. En el Perú se está desarrollando este concepto y se puede avizorar su utilidad en el sector saneamiento no sólo porque el agua de los ríos o lagos se emplea para una actividad productiva (bien) por las EPS, sino que las mismas descargan los desagües recolectados, débilmente tratados o crudos, en los cuerpos de agua para que se genere un proceso de autodepuración de la materia orgánica.

**Cuadro 3**  
**Valor económico de los servicios ambientales**

<b>VALOR ECONÓMICO =</b>	<b>VALOR DE USO</b>	<b>+</b>	<b>VALOR DE NO USO</b>
	USOS DIRECTOS USOS INDIRECTOS		VALOR DE OPCIÓN VALOR DE EXISTENCIA

## Siglas

APT	Programa Agua Para Todos
AR	Aguas residuales
AS	Autorización sanitaria
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
BM	Banco Mundial
BOT	Build, operate and transfer
CAF	Corporación Andina de Fomento
CER	Certificados de emisiones reducidas
CF	Coliformes Fecales
COM	Carga orgánica máxima
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DGAS	Dirección General de Aguas [del INRENA]
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental [del Ministerio de Salud]
ECA	Estándares de calidad del agua
EIA	Evaluación del impacto ambiental
EPS	Empresas prestadoras de servicios de saneamiento
GEI	Gases de efecto invernadero
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
JBIC	Banco de Cooperación Internacional del Japón
KfW	Banco estatal de Crédito para la Reconstrucción y el Desarrollo [de Alemania]
LGA	Ley General de Aguas
LMP	Límites máximos permisibles
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
Mesías	Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de la Zona Sur de Lima
MMC	Millones de metros cúbico
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
PAMA	Planes de adecuación y manejo ambiental
PCM	Presidencia del Consejo de Ministros
PMO	Plan maestro optimizado
PTAR	Plantas de tratamiento de aguas residuales
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
TLC	Tratado de libre comercio

