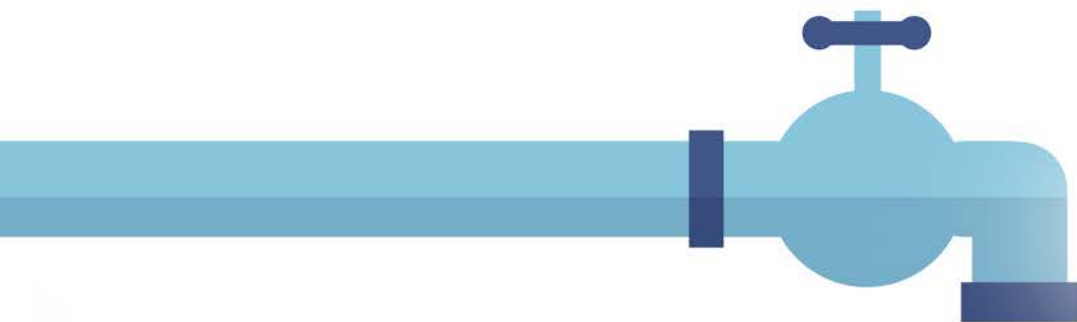
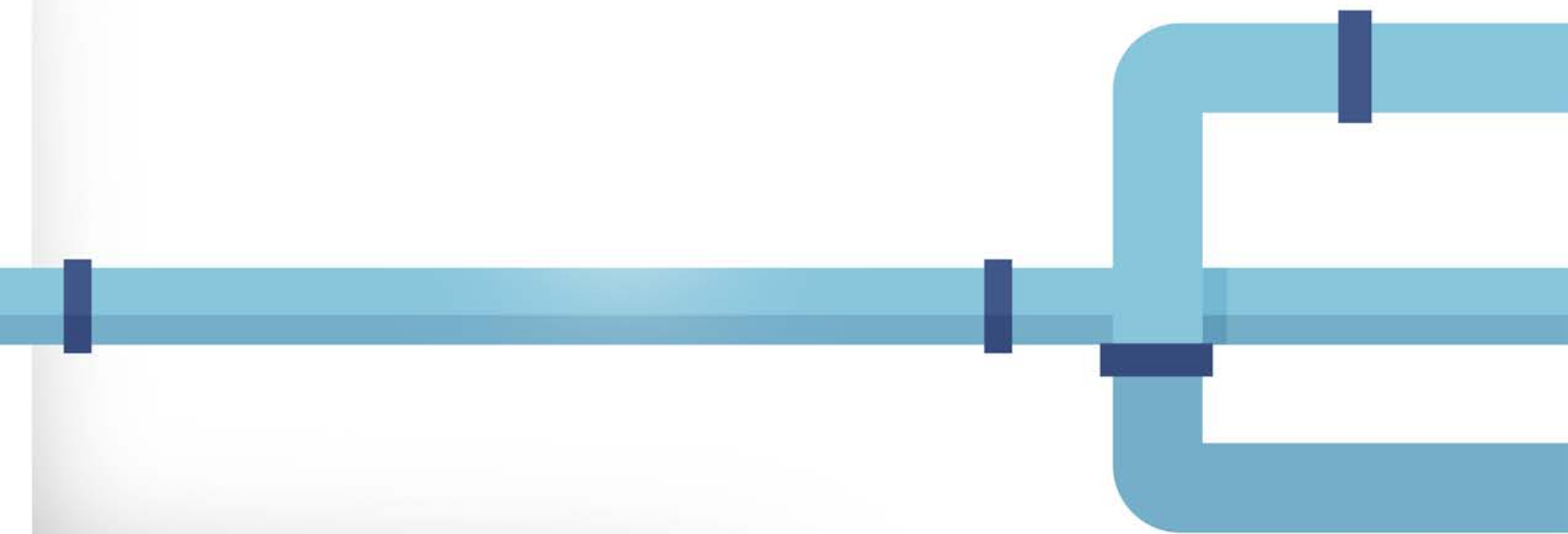




Elementos de un modelo de
gestión para plantas de tratamiento de
aguas residuales





MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Elementos de un modelo de
gestión para plantas de tratamiento de
aguas residuales

Elementos de un modelo de gestión para plantas de tratamiento de aguas residuales. 2019

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
El Salvador, Centro América

Fernando Andrés López Lareynaga

Ministro

Coordinación

Alexander Gil, director de Agua y Saneamiento

Revisión técnica

Roberto Enrique Avelar, gerente de Gestión de Vertidos

Elaboración

Kevin Eduardo Mejía Hernández, técnico en Saneamiento Ambiental

Edición y diseño

Unidad de Comunicaciones

Primera edición

San Salvador, octubre 2019

Derechos reservados. Prohibida su comercialización.

Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Kilómetro 5 ½ carretera a Santa Tecla, calle y colonia Las Mercedes, Edificios MARN, instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.

Tel.: (503) 2132 6276

Sitio web: www.marn.gob.sv

Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv

Facebook: www.facebook.com/marn.gob.sv

Twitter: [@MedioAmbienteSV](https://twitter.com/MedioAmbienteSV)

Youtube: youtube.com/marnsv

Instagram: [marn_elsalvador](https://www.instagram.com/marn_elsalvador)

Contenido

Siglas y acrónimos	7
Abreviatura	7
Simbología	7
Introducción	8
Objetivo	8
Alcance	8
Base legal	8
1. Modelo de gestión	10
1.1. Elementos que conforman el modelo de gestión	10
2. Infraestructura sanitaria	12
2.1. Etapas de un proyecto de construcción de una planta de tratamientos de aguas residuales	12
2.1.1. Fase de preinversión	12
2.1.2. Fase de Implementación	14
2.1.3. Fase de prueba y puesta en marcha	14
3. Gestión financiera	14
3.1. Estrategias de recuperación de costos	17
4. Administración del sistema de tratamiento de aguas residuales ordinarias	17
4.1. Administración pública centralizada	18
4.2. Administración municipal	19
4.3. Administración privada	19
4.4. Administración comunitaria	20
4.5. Asocio público privado (APP)	20
4.6. Modalidades de administración	21

5. Actores sociales	22
6. Actores institucionales	22
7. Sistema de Gestión Ambiental (SGA)	23
7.1. Planificación del SGA	24
7.1.1. Creación de un plan: política ambiental, objetivos y estrategias	24
7.2. Realizar/actuar	26
7.2.1. Programas	27
7.2.2. Proyectos	27
7.2.3. Soporte y documentación	27
7.3. Evaluación de desempeño	28
7.4. Mejorar y corregir	28
Referencias bibliográficas	29

Listado de Figuras

- Figura 1 Legislación ambiental aplicable a las aguas residuales y excretas.
- Figura 2 Elementos para la sostenibilidad y sustentabilidad de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Figura 3 Ciclo de un proyecto.
- Figura 4 Etapas de la preinversión.
- Figura 5 Componentes de los costos relacionados con la implementación de sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Figura 6 La recuperación de costos debe ser mayor que los mismos y respaldados por los instrumentos legales pertinentes.
- Figura 7 La función del administrador es dirigir, gestionar y ordenar los diferentes elementos del modelo de gestión enfocados a realizar la construcción y buen funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales a lo largo de su vida útil.
- Figura 8 Comparativa entre las modalidades de administración.
- Figura 9 Roles de los actores sociales e institucionales en cada fase de un proyecto de implementación y funcionamiento de planta de tratamiento de aguas residuales.
- Figura 10 Fases de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).
- Figura 11 Elementos de la Planificación de un SGA.
- Figura 12 Elementos de un plan.
- Figura 13 Etapas de la planificación de actividades.
- Figura 14 Ejemplo de bitácora de actividades.

Siglas y acrónimos

ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
APP	Asocio Público Privado
ENSA	Estrategia Nacional de Saneamiento Ambiental
FODES	Fondo para el Desarrollo Económico y Social de los Municipios
FOMILENIO	Fondos del Milenio
LMA	Ley del Medio Ambiente
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MINEDUCYT	Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
MINSAL	Ministerio de Salud
NSO	Norma Salvadoreña Obligatoria
OBF	Organización Basada en la Fe
ONG	Organización No Gubernamental
OSARTEC	Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
RGLMA	Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
SSC	Sistema Salvadoreño para la Calidad

Abreviatura

Art.	Artículo
Etc.	Etcétera

Simbología

N°	Número
----	--------

Introducción

El agua es uno de los elementos más importantes del planeta y es posiblemente el más determinante recurso para el desarrollo en general. Sin agua no es posible el desarrollo agrícola, el comercio, la industria, el desarrollo urbanístico, ni la sostenibilidad de los ecosistemas, ni la vida misma. Todas las actividades humanas requieren la utilización del agua, pero en cada uso de esta se agregan sustancias que modifican sus características químicas, físicas y biológicas, a estos cambios en las características el agua se le conoce comúnmente como contaminación.

La calidad de vida de muchas personas se ve afectada por el inapropiado manejo de los vertidos líquidos generados en las viviendas, comercios, instituciones, centros educativos, hospitales, industrias, agroindustrias. Los distintos usos que se hace del agua, agregan diferentes sustancias que contaminan el agua y que si no son removidas antes de su vertimiento en los medios receptores (ríos, lagos, esteros), afectan gravemente la calidad de dichos medios receptores.

El presente documento contiene una propuesta de modelo de gestión sostenible y sustentable de aguas residuales domésticas, para lo cual se propone la incorporación de elementos que contribuyen a la implementación, puesta en marcha y operación de los sistemas de aguas residuales en El Salvador.

Objetivo

Establecer los elementos básicos y su interrelación como parte del modelo de gestión de sistemas de tratamiento de aguas residuales para asegurar su buen funcionamiento durante la vida útil proyectada.

Alcance

Este documento está dirigido a alcaldías, instituciones públicas y privadas, así como para toda persona natural o jurídica relacionada con la gestión de aguas residuales.

Base legal

Existen doce instrumentos jurídicos relacionados con el manejo de aguas residuales y excretas, que se recogen en la Figura 1. Los principales son la Ley del Medio Ambiente (1998) y el Código de Salud (1988). Además, existen otros cuerpos legales que tienen impacto significativo a nivel sectorial como el Reglamento Especial de Aguas Residuales (2000) y, la NSO 13.41.01:09. Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor (2009).

Nº	Instrumento legal	Fecha publicación	Autoridad competente
1	Ley de Medio Ambiente	Mayo 1998 (última reforma, noviembre 2012)	MARN
2	Ley de Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)	Octubre 1961 (última reforma, diciembre 1980)	ANDA
3	Ley de Riego y Avenamiento	Noviembre 1970	MAG
4	Código de Salud	Abril 1988	MINSAL
5	Guía técnica sanitaria para instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individual de aguas negras y grises	Marzo 2009	MINSAL
6	Norma técnica de letrinas sin arrastre de agua	Octubre 2004	MINSAL
7	Reglamento General de Medio Ambiente	Marzo 2000	MARN
8	Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental	Mayo 2000	MARN
9	Reglamento Especial de Aguas Residuales	Mayo 2000	MARN
10	Norma Salvadoreña Obligatoria de Aguas Residuales a un Cuerpo Receptor	Marzo 2009	MARN
11	Norma para regular la calidad de las aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario	Octubre 2004	ANDA
12	Permiso de Instalación y funcionamiento	Junio 2007	MINSAL

Figura 1. Legislación ambiental aplicable a las aguas residuales y excretas.

Fuente: MARN con datos de ANDA, 1961/2004; MAG 1970; MINSAL, 1998/2004/2007/2009; MARN, 2000a/2000b/2009

También se han emitido normas y guías técnicas por parte de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) y el Ministerio de Salud (MINSAL), que sirven para ordenar los procedimientos y lineamientos referentes al manejo de aguas residuales y excretas.

El avance más significativo de las iniciativas legales en el sector es la presentación del Anteproyecto de Ley General de Aguas en marzo 2012, que a la fecha de publicación de este documento aún se encuentra en discusión en la Asamblea Legislativa.

Con respecto a la emisión de normas técnicas sobre calidad de agua descargadas a cuerpos receptores, a partir de la creación del Sistema Salvadoreño para la Calidad (SSC), cada cartera de Estado está facultada para proponer la reglamentación correspondiente acorde a sus competencias y para ello cuenta con el apoyo y asistencia técnica del Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (OSARTEC), que facilita formatos, metodología de consulta, procesos de socialización y consulta con actores clave del sector respectivo.

Según la Ley del Medio Ambiente (1998) y el Reglamento Especial de Aguas Residuales (2001), el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es responsable de extender permisos ambientales como se mencionó anteriormente.

El numeral 5 del Art. 4 del Código Municipal señala que es competencia de las municipalidades la promoción y desarrollo de programas de salud, con saneamiento ambiental, prevención y combate de enfermedades. Legalmente, ANDA es responsable de establecer las normas técnicas para el diseño de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Es importante señalar que institucionalmente, ANDA no tiene control sobre la administración y operación de todos los sistemas de alcantarillado sanitario a escala nacional, por lo que tiene limitaciones para la prestación del servicio de tratamiento de aguas residuales, principalmente en lo relacionado a planes de inversión y aspectos relacionados con el establecimiento de las tarifas, lo que implica limitaciones presupuestarias evidentes.

Existen estudios nacionales sobre plantas de tratamiento donde se reflejan buenos resultados de algunos modelos de gestión; sin embargo, no hay uno integral que se pueda considerar como modelo de réplica en el país. El estado salvadoreño no ha desarrollado mecanismos efectivos para monitorear y evaluar el desempeño de los sistemas públicos y privados de saneamiento.

En el Art. 4 numeral 5 del Código Municipal, se menciona que es competencia de las municipalidades la promoción y desarrollo de programas de salud, con saneamiento ambiental, prevención y combate de enfermedades.

La Estrategia Nacional de Saneamiento Ambiental (ENSA), formulada e impulsada por el MARN, identifica, al menos, 10 retos para el desarrollo del manejo sostenible y sustentable de las aguas residuales en El Salvador, entre ellos:

- Institucionalidad dispersa
- Vulnerabilidad legal
- Limitado conocimiento y conciencia ciudadana sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales
- Uso y fomento de tecnologías inapropiadas
- Falta de planificación urbana
- Falta de planificación en agua y saneamiento
- Limitada mano de obra, técnicos y empresas especializadas
- No existen modelos de gestión y gobernanza apropiados
- No existe un sistema unificado de monitoreo y seguimiento
- Falta de experiencia en investigación formal y sistemática

En conclusión, tanto los tomadores de decisión del sector agua y saneamiento, como la ciudadanía tiene dificultades para asignar un alto nivel de prioridad a la gestión de las aguas residuales, ya que usualmente la atención se dirige a la satisfacción de la demanda ciudadana, que usualmente se enfoca en el servicio de abastecimiento de agua para consumo. Este enfoque ha condicionado que se priorice el abastecimiento de agua para consumo, lo cual refleja las limitadas asignaciones de recursos para gestión de las aguas residuales.

1. Modelo de gestión

1.1. Elementos que conforman el modelo de gestión

Un modelo de gestión de sistemas de tratamiento de aguas residuales, implica una visión o paradigma fácilmente reproducible, que permite

facilitar la implementación de proyectos de gestión exitosa de aguas residuales. Dicho de otra forma, permite visualizar los elementos primordiales que un sistema de tratamiento de aguas residuales debe poseer para que tenga éxito.

Estos elementos primordiales se pueden resumir en los siguientes:

- Infraestructura sanitaria
- Gestión financiera

- Gestión administrativa
- Actores sociales
- Actores institucionales
- Sistema de Gestión Ambiental

Estos elementos son inseparables en cada una de las fases del proyecto y se encuentran interrelacionados entre sí, es decir, si un elemento de estos no se lleva a cabo de manera óptima todo el sistema de gestión de aguas residuales fallará.



Figura 2. Elementos para la sostenibilidad y sustentabilidad de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: MARN

2. Infraestructura sanitaria

Un sistema de gestión y tratamiento de aguas residuales debe contar con la infraestructura adecuada, siendo un pilar fundamental para la gestión exitosa de los sistemas de saneamiento. Por lo anterior, es importante tomar en cuenta las diferentes etapas del ciclo del proyecto; incluyendo una apropiada selección de tecnologías disponibles que se adecuen a cada caso específico.

2.1. Etapas de un proyecto de construcción de una planta de tratamientos de aguas residuales

Además, es importante enfatizar que la gestión de aguas residuales debe considerar y observar el rigor técnico-administrativo de las tres fases del ciclo de un proyecto, ya que el éxito y sostenibilidad del mismo se construye a lo largo de dichas fases y una falla en cualquiera de estas resultará en el fracaso del proyecto:

1. Fase de preinversión
2. Fase de implementación
3. Fase de prueba y puesta en marcha



Figura 3. Ciclo de un proyecto.
Fuente: MARN

2.1.1. Fase de preinversión

Esta es la fase inicial del proyecto, en la cual se identifica el problema y se conceptualiza el proyecto, como una solución eficaz y permanente a un problema sentido de un conglomerado; conocido como población blanco. Esta conceptualización permite identificar alternativas de solución y seleccionar la alternativa más apropiada, un nivel de servicio acorde a las expectativas y capacidades de la población meta, teniendo en consideración costos de implementación, costos de operación y mantenimiento, tarifa para cubrir los costos de operación y mantenimiento, monitoreo y supervisión, amortización de costos de inversión (deseable).

En esta etapa se realiza también, el diseño final del proyecto, se define la entidad que administrará el sistema de saneamiento y el mecanismo de sostenibilidad técnica y financiera, para mantener un servicio continuo y de calidad, así como la participación de los usuarios y otros actores clave, arreglos institucionales, convenio y otros mecanismos de sostenibilidad identificados.

2.1.1.1. Diagnóstico

Se debe identificar la necesidad del servicio, el problema a solucionar, la cantidad de usuarios a los que se brindará el servicio, la caracterización de las aguas residuales y la descripción del entorno ambiental, social y económico del proyecto.

2.1.1.2. Selección de tecnologías

Las tecnologías que se pueden implementar depende en gran medida de la cantidad de usuarios a ser atendidos, el caudal a tratar, la calidad del agua cruda, la topografía del terreno, el espacio físico disponible; las eficiencias que se quieren lograr, el cumplimiento de la normativa vigente en función del destino de las aguas tratadas, de la capacidad técnica y administrativa del ente administrador, entre otros¹.

2.1.1.3. Diseño final del proyecto

Además, del diseño final de la infraestructura del proyecto, se debe elaborar una guía de operación y mantenimiento que orienta el trabajo a desarrollar, estableciendo insumos requeridos, tareas específicas y frecuencia de realización.

Para el diseño final, antes de la implementación, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros.

- Población objetivo y proyectada, al menos, a 20 años.
- Caudal medio diario.
- Caudal punta.
- Eficiencias de las tecnologías aplicadas en la solución seleccionada.
- Límites máximos de vertido regulados por la norma correspondiente.
- Topografía del terreno y características hidrogeológicas de la zona entre otros.
- Dispersión de la población a servir.



Figura 4. Etapas de la preinversión.

Fuente: MARN

¹ Para mayor información sobre la selección de tecnologías consultar: Recomendaciones para la selección de tratamientos de depuración de aguas residuales urbanas en la República de El Salvador (MARN, 2017).

2.1.2. Fase de Implementación

2.1.2.1. Fase de gestión de recursos

En esta fase del proyecto se trabaja en asuntos vinculados al fortalecimiento institucional y la construcción de alianzas estratégicas con instituciones y actores sociales del nivel regional y local. Además, se realiza la gestión de financiamiento, convenios y arreglos institucionales, tarifas, ordenanzas municipales, capacitación de personal, equipamiento, etc.

2.1.2.2. Construcción de obras

En esta etapa del proyecto se deberá realizar la infraestructura de saneamiento, obras complementarias planificadas en el diseño final.

El proyecto debe considerar el desarrollo de las capacidades técnicas para el personal de la entidad que administrará el proyecto, buscando en la medida de lo posible, mejorar la capacidad técnica y operativa de las personas que operarán el sistema.

2.1.2.3. Verificación y supervisión de las obras

Se debe asegurar que las obras se construyan bajo los términos de referencias, parámetros de diseño o los criterios que en la fase de diseño se hayan establecido. Debe haber una participación activa por parte del administrador del sistema, así como del titular de proyecto.

Se debe establecer un programa de verificación de las obras, donde se establezcan metas, tiempos de entrega y supervisión de la calidad de la obra.

2.1.3. Fase de prueba y puesta en marcha

En esta etapa del proyecto se inicia el período de operación regular del sistema de manejo de aguas residuales, aplicando los instrumentos

desarrollados en las etapas anteriores, como la guía de operación y mantenimiento. Es importante enfatizar que el modelo de gestión de aguas residuales debe incluir un mecanismo de recuperación de costos del servicio, para contar con recursos financieros que cubran los costos del servicio, que además, debe ser sostenible en el tiempo. Dicho mecanismo de recuperación de costos, es deseable, que esté vinculado al cobro del servicio de abastecimiento de agua potable.

3. Gestión financiera

Es común en El Salvador, que los servicios de saneamiento de las aguas residuales solo cuenten con el financiamiento para la etapa de preinversión e implementación, olvidando por completo que los sistemas necesitan ser sostenibles económicamente durante toda su vida útil.

Es importante enfatizar que la gestión de aguas residuales debe asegurar un mecanismo de recuperación de costos, para contar con recursos financieros que cubran los costos del servicio. Dicho mecanismo de recuperación de costos es deseable que esté vinculado al cobro del servicio de abastecimiento de agua potable, pero detallando los costos de operación y sostenibilidad de cada servicio, en cada factura.

Los factores que determinan los costos de operación y mantenimiento de una instalación de tratamiento de aguas residuales están asociados a la complejidad de la tecnología utilizada, el tamaño de la misma y la capacidad local de soportar esta tecnología.

Estos requerimientos son:

- Energía eléctrica
- Insumos químicos
- Mantenimiento y reparación de equipos
- Personal para operación y mantenimiento de las instalaciones
- Control de calidad del agua de proceso
- Supervisión y asistencia técnica
- Gastos de administración

Idealmente el personal de un sistema de tratamiento de aguas residuales puede estar conformado por el siguiente plantel, de acuerdo a las necesidades de cada sistema.

Gestión administrativa:

- Administrador
- Auxiliar de administración

Labores de operación:

- Operador
- Auxiliar de operación

Labores de mantenimiento:

- Técnico mecánico

- Técnico electricista
- Auxiliar de mantenimiento
- Vigilante

Laboratorio:

- Químico
- Técnico de laboratorio

Supervisión:

- Técnico en saneamiento

En consonancia con lo anterior, se debe tomar en cuenta los siguientes elementos para poder valorar el costo del servicio:

- Valoración del agua: el agua es un recurso cuya valoración económica debe supeditarse a los beneficios sociales, culturales y ambientales que de su uso y aprovechamiento se deriven.
- Costo por consumo: el costo del servicio de tratamiento de aguas residuales debe estar ligado al consumo de agua potable, debido a que un 80 % del agua que se consume, se vierte nuevamente y requiere de una inversión para su depuración.
- Subsidio focalizado: para grupos en condición de vulnerabilidad socioeconómica se podrá considerar un mecanismo de subsidio focalizado, con criterios basados en consumo de agua potable.

Costos	Actividad	
Etapas de preinversión e implementación	Estudios preliminares y estudios de suelo	
	Diseño e ingeniería	
	Construcción	
	Terreno	
	Interventoría	
	Gastos administrativos, legales y financieros	
Funcionamiento	Operación y mantenimiento	Repuestos
		Energía
		Insumos químicos
		Monitoreo de los procesos y de la calidad del agua
		Mano de obra para operación y mantenimiento
		Disposición de lodos
		Mantenimiento de equipos
	Administrativos	Personal administrativo
		Gastos generales
		Tasas generales

Figura 5. Componentes de los costos relacionados con la implementación de sistema de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: Quintero & Zapata, 2007

3.1. Estrategias de recuperación de costos

Las estrategias de recuperación de costos están sujetas a diversos instrumentos económicos como los cobros por vertimiento, tasas municipales asociados al consumo de agua potable, cobros por protección de áreas naturales protegidas y tarifa por servicio.

Estos instrumentos económicos deben estar amparados y regulados bajo un instrumento legal, el cual puede ser una ordenanza municipal o estar dentro del marco legislativo vigente.



Figura 6. La recuperación de costos debe ser mayor que los mismos y respaldados por los instrumentos legales pertinentes.

Fuente: MARN

4. Administración del sistema de gestión de aguas residuales ordinarias

El administrador del sistema de saneamiento de aguas residuales es el encargado de planificar, programar, organizar, dirigir y controlar todas las actividades concernientes a la gestión de aguas residuales.

La selección de una de las modalidades de administración, dependerá del caso específico, así como, de los promotores del proyecto.

Cabe señalar que la administración es un elemento importante ya que del correcto funcionamiento de éste depende el ejercicio óptimo del sistema.



Figura 7. La función del administrador es dirigir, gestionar y ordenar los diferentes elementos del modelo de gestión enfocados a realizar la construcción y buen funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales a lo largo de su vida útil.
Fuente: MARN

Existen diferentes modalidades de administración en El Salvador, entre las cuales se destacan:

- Administración pública centralizada
- Administración municipal
- Administración privada
- Administración comunitaria
- Administración público privada

4.1. Administración pública centralizada

Una administración pública, se define como la administración realizada por entidades estatales. En el caso específico de El Salvador, los sistemas de tratamiento de aguas residuales ordinarias, son aquellas plantas de tratamiento administradas por ANDA.

Esta clase de administración es centralizada. Por tanto, ANDA administra plantas de tratamiento en todo el territorio nacional. Es decir, que el financiamiento, la toma de decisiones, el apoyo técnico, el monitoreo, entre otras acciones, provienen de la institución y sus direcciones. Generalmente solo se encuentra personal operativo en las localidades.

Tiene la ventaja de contar con una institucionalidad y capacidad técnica fuerte al estar respaldada por un marco legal vigente. El financiamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales administrados por ANDA suele tener su origen en:

- Fondos propios de ANDA (provenientes de la recuperación de costos del servicio vía tarifas y otros servicios que presta la institución).
- Asignaciones presupuestarias procedentes del gobierno central.
- Fondos de cooperación.
- Convenios con otras instituciones públicas centralizadas y descentralizadas.
- Convenios de cooperación en concepto de socios públicos privados (APP), en el marco de la Ley de Asocios Públicos Privados.
- Préstamos y otros similares, debidamente autorizados.

El origen de dichos fondos está regulado en la Ley de Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (1961)

4.2. Administración municipal

La administración local, si bien se puede considerar una administración pública, tiene características que vale la pena puntualizar, ya que suelen tener un mejor tiempo de respuesta y un mejor control en general, ante las problemáticas territoriales. Además, pueden establecer autofinanciamiento, más directo y proporcional a su región y cantidad de usuarios servidos, evitando depender, en su totalidad, del presupuesto asignado por el gobierno central.

Sin embargo, suelen carecer de personal técnico capacitado debido a que las comunas están sujetas a cambios de gobierno cada tres años. Por ello, cuando carecen del apoyo legal de las ordenanzas y otros instrumentos locales, los sistemas pueden fracasar.

Por lo tanto, es indispensable que, al momento de considerar este tipo de administración en un proyecto de tratamiento de aguas residuales ordinarias, se deje establecido un acuerdo municipal que sea independiente al gobierno de turno.

El financiamiento de las inversiones para nuevos sistemas o ampliación y mejoramiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, según el Código Municipal (1986), podrán provenir de:

- Fondos propios de la alcaldía, provenientes de la recuperación de costos del servicio vía tarifas y otros servicios que presta la municipalidad.
- Asignaciones presupuestarias del Fondo para el Desarrollo Económico y Social de los Municipios (FODES), procedentes del gobierno central.
- Fondos de cooperación, hermanamientos con municipalidades amigas.
- Convenios con instituciones públicas de nivel central y con otras municipalidades.
- Convenios de cooperación en concepto de socios público privados, en el marco de la Ley de Asocios Públicos Privados.
- Préstamos y otros similares debidamente autorizados.

4.3. Administración privada

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales ordinarias, administradas por un ente privado, son aquellas que como su nombre lo indica están sujetas a la gestión por una empresa privada.

La visión de esta administración es el cobro de un servicio, por lo que el administrador debe asegurarse que brindará un servicio de calidad, suelen tener una capacidad técnica fuerte, personal capacitado y los recursos económicos necesarios para cumplir su fin.

Sin embargo, las tarifas por el servicio pueden ser más elevadas comparadas con la administración pública, ya que la empresa, además de cumplir con el servicio, busca obtener una rentabilidad económica.

Hay que señalar que, en estos casos, el titular del proyecto no siempre es la empresa que lo administra, pues la construcción de la infraestructura puede correr a cargo de una institución pública u otras entidades como Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y, estas pueden ceder la administración a un privado, mediante una licitación debidamente realizada.

El financiamiento de las inversiones para nuevos sistemas o ampliación y mejoramiento de los sistemas de saneamiento, administrados por entidades privadas legalmente constituidas, podrán provenir de:

- Fondos de la recuperación de costos vía tarifas.
- Fondos de cooperación provenientes de entidades nacionales e internacionales, públicas o privadas, debidamente canalizados.
- Convenios de cooperación con entidades públicas y privadas legalmente constituidas y facultadas para tal ejercicio.
- Préstamos y otros similares, debidamente autorizados.

4.4. Administración comunitaria

La administración comunitaria es la ejercida por una asociación de la comunidad, es la misma ciudadanía local la que se encarga del funcionamiento del sistema de aguas residuales ordinarias.

Las ventajas que ofrece este sistema es la participación activa de la comunidad y el financiamiento directo por parte de la misma. Esto permite que, al haber un incidente, los costos puedan ajustarse y discutirse directamente con la comunidad, favoreciendo una toma de decisión rápida.

Sus desventajas pueden ser una institucionalidad débil y una capacidad técnica deficiente, sin embargo,

con apoyo de diferentes instituciones se puede convertir en una oportunidad de tecnificación para la comunidad.

El financiamiento de las inversiones para nuevos sistemas o ampliación y mejoramiento de los sistemas de saneamiento existentes, administrados por entidades comunitarias legalmente constituidas podrán provenir de:

- Fondos propios de la entidad comunitaria, provenientes de la recuperación de costos del servicio vía tarifas y otros servicios que presta la entidad,
- Fondos de cooperación, provenientes de entidades nacionales e internacionales, públicas o privadas, debidamente canalizados.
- Convenios de cooperación con entidades públicas y privadas legalmente constituidas y facultadas para tal ejercicio.
- Préstamos y otros similares, debidamente autorizados.

4.5. Asocio Público Privado (APP)

Un APP es un contrato entre una entidad pública y una privada, en el cual la parte privada asume riesgos financieros, técnicos u operacionales sustanciales, en el diseño, financiamiento, construcción u operación de un bien o servicio público, conforme a ciertos estándares por un período limitado de tiempo, a cambio de una compensación (FOMILENIO, 2018).

Las fases por las que usualmente pasan los proyectos, según la Ley especial de socios públicos privados, son las siguientes:

1. Identificación de proyectos. Es la fase donde las instituciones seleccionan los potenciales proyectos para que inicien un proceso de evaluación más a profundidad.
2. Factibilidad. Se realizan estudios técnicos que permiten determinar si el proyecto tiene potencial para ser desarrollado como un APP.

3. Preparación de bases. Se define un borrador de contrato, donde se detallan todas las responsabilidades de las partes, riesgos de las partes, participantes, conformaciones de socios, pagos, etc., para el proyecto.

4. Licitación, adjudicación y contratación. Es la fase donde se realiza un proceso competitivo para seleccionar al ganador del contrato.

5. Ejecución del proyecto APP. Es la fase donde el ganador construye, opera y mantiene el proyecto, según los niveles de servicio establecidos en él.

4.6. Modalidades de administración

Se detallan las cinco más implementadas en la siguiente figura.

Comparativa entre las diferentes modalidades de administración	
Administración pública centralizada	• Se financia mediante fondos propios y del presupuesto nacional. • Gran capacidad técnica. • Puede tener un buen control de las conexiones debido a que cuentan con el personal para monitoreo. • Institucionalidad fuerte. • Puede tener una respuesta lenta ante incidentes e imprevistos. • La asignación de presupuesto depende de una planificación anual y difícilmente puede ser modificada en el transcurso del año.
Administración municipal	• Recursos provenientes de FODES. • Puede generar ingresos propios por medio de tasas municipales o cobros especiales. • Puede tener una respuesta más rápida frente a incidentes e imprevistos. • El personal suele vivir en la misma área de influencia. • Cercanía con la comunidad. • Tienen una capacidad técnica menor • Tendrán que capacitar a las personas de la comunidad para realizar los trabajos de mantenimiento. • No suelen contar con personal para monitoreo de conexiones.
Administración privada	• Obtienen fondos por el cobro del servicio. • Flexibilidad en el presupuesto, pueden asignar fondos a imprevistos. • La respuesta a imprevistos puede ser más rápida que un sistema público centralizado. • El personal suele vivir lejos del lugar. • El servicio suele ser más caro y sin subsidios. • No suele haber cercanía con la comunidad. • Puede haber resistencia de la población a un servicio privado.

Administración comunitaria	• Obtienen fondos por cobro del servicio o actividades relacionadas con la comunidad para recolectar fondos. • Pueden tener una capacidad técnica baja, sin embargo, puede apoyarse de ONG o algunas instituciones del estado como el MARN para obtener apoyo técnico o capacitaciones. • El personal suele vivir en la propia comunidad dando fluidez a problemas o percances que puedan surgir a cualquier hora. • Hay comunicación constante con los usuarios. • Se requiere capacitación al personal encargado.
Administración publico/privada	• Obtienen fondos por cobro del servicio o por fondos públicos, dependiendo de los convenios realizados. • En la etapa de funcionamiento generalmente es administrada por un ente privado, pero la infraestructura suele ser pública. • Pueden tener una gran capacidad técnica del personal. • Si los roles entre el ente público y privado no están bien definidos pueden crearse confusiones a la hora de administrar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Figura 8. Comparativa entre las modalidades de administración.

Fuente: MARN

5. Actores sociales

Para que la gestión de aguas residuales ordinarias funcione, se requiere la participación equitativa y el compromiso responsable de toda la población y, en particular, el reconocimiento y la participación de las mujeres como actores clave del proceso de uso, manejo y conservación del agua.

El papel de los actores sociales, no solo se reduce a la mano de obra, también será parte importante en la logística y la vigilancia del proyecto. Por esto mismo, el administrador debe estar en constante diálogo con los diversos actores, un proyecto que no considere los actores sociales como parte primordial no conseguirá salir adelante. En esta situación, los administradores juegan un rol de educadores ambientales y no solamente de proveedores de servicio.

Entre los actores sociales que podemos identificar, destacamos lo siguientes:

- Organizaciones comunales
- Organizaciones políticas
- Organizaciones no gubernamentales
- Organizaciones basadas en la fe

6. Actores institucionales

Las instituciones gubernamentales serán las encargadas de llevar a cabo un control sobre el proyecto. Por lo tanto, juegan un papel importante para definir los objetivos, plazos de entrega, requisitos normativos que deberá cumplir la planta de tratamiento de aguas residuales, así como el alcantarillado sanitario.

La legislación salvadoreña se pueden identificar las siguientes instituciones, las cuales tienen injerencia sobre los proyectos y sistemas de tratamiento de aguas residuales ordinarias:

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)
- Ministerio de Salud (MINSAL)
- Alcaldías
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (MINEDUCYT)
- Centros de educación superior

Fase del proyecto	Actores	Rol
Fase de preinversión	- Administrador - Comunidad - Instituciones - Actores sociales - Sector académico	Administrador: es responsable de identificar el problema, hacer las consultas a la población, búsqueda de financiación para realizar dichos diagnósticos. Comunidad: es la que crea la demanda del servicio y que vela si el proyecto es congruente con la situación de la comunidad, tanto en el ámbito de salud como ambiental. Instituciones: son las que velan que todo proyecto de construcción e inversión se realicen de acuerdo a la ley, acá se encuentran involucrados el MARN, alcaldías, etc.
Fase de implementación	- Administrador - Comunidad - Instituciones	Administrador: se busca la financiación de la construcción de la PTAR, además realiza función de educador ambiental para la comunidad, supervisor de las obras de construcción. Comunidad: pueden trabajar activamente en la implementación del sistema, aportando mano de obra. Instituciones: MARN puede fungir como apoyo técnico, además de velar que los procesos administrativos sean los correspondientes, tramitación de permisos entre otras funciones. Alcaldías tramitan permisos de construcción entre otros dependiendo de sus ordenanzas.
Fase de puesta en marcha y funcionamiento	- Administrador - Comunidad - Instituciones	Administrador: busca el financiamiento de forma sostenible para la operación y mantenimiento del sistema, mediante cobros asociados al uso del agua potable u otros mecanismos de control. Estos mecanismos dependerán de la modalidad de administración que tenga el sistema. Comunidad: son los usuarios del servicio, también se convierten en vigilantes del sistema. Instituciones: MARN, MINSAL, alcaldías, academia y, otras se convierten en apoyos técnicos. Además, en el caso del MARN ser el principal ente regulador. Los juzgados y otras instituciones juegan un rol importante si las PTAR incumplen con las normativas.

Figura 9. Roles de los actores sociales e institucionales en cada fase de un proyecto de implementación y funcionamiento de planta de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: MARN

7. Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

Un Sistema de Gestión Ambiental o SGA es una herramienta que permite controlar los aspectos que pueden minimizar o eliminar los impactos ambientales que generen las actividades llevadas a cabo por una organización (Escuela Europea de Excelencia, 2014), en este caso un sistema de gestión de aguas residuales. Es decir, un SGA nos ayuda a tener control sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento para evitar impactos ambientales negativos.

Los SGA tienen cuatro grandes etapas, las cuales son:

- Planificar
- Realizar
- Evaluar
- Mejorar/corregir



Figura 10. Fases de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA)
Fuente: MARN

7.1. Planificación del SGA

La planificación ayuda a identificar los problemas, las necesidades y las partes interesadas en el manejo de las aguas residuales. Estos servirán para

crear una política ambiental y objetivos acorde a las expectativas sobre la implementación del sistema de aguas residuales.



Figura 11. Elementos de la planificación de un SGA.

Fuente: MARN

7.1.1. Creación de un plan: política ambiental, objetivos y estrategias

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales deben contener un plan que ayude a proporcionar un mejor servicio a sus usuarios, un plan debe establecer la política, objetivos y estrategias que el sistema de tratamiento de aguas residuales debe cumplir, así como, las jerarquías y relaciones entre el personal.

Política ambiental: es un marco normativo o de reglamentación que una empresa o institución establece, para definir todas las acciones que dicha

organización hace y, debe estar enfocado a cumplir normativas o estándares ambientales.

Objetivos: se crean a partir de los problemas identificados, dichos objetivos deben estar apegados a la política ambiental de la empresa o institución.

Estrategias: son las acciones que permitirán cumplir con los objetivos, estas estrategias deben estar dentro del marco de la política ambiental.

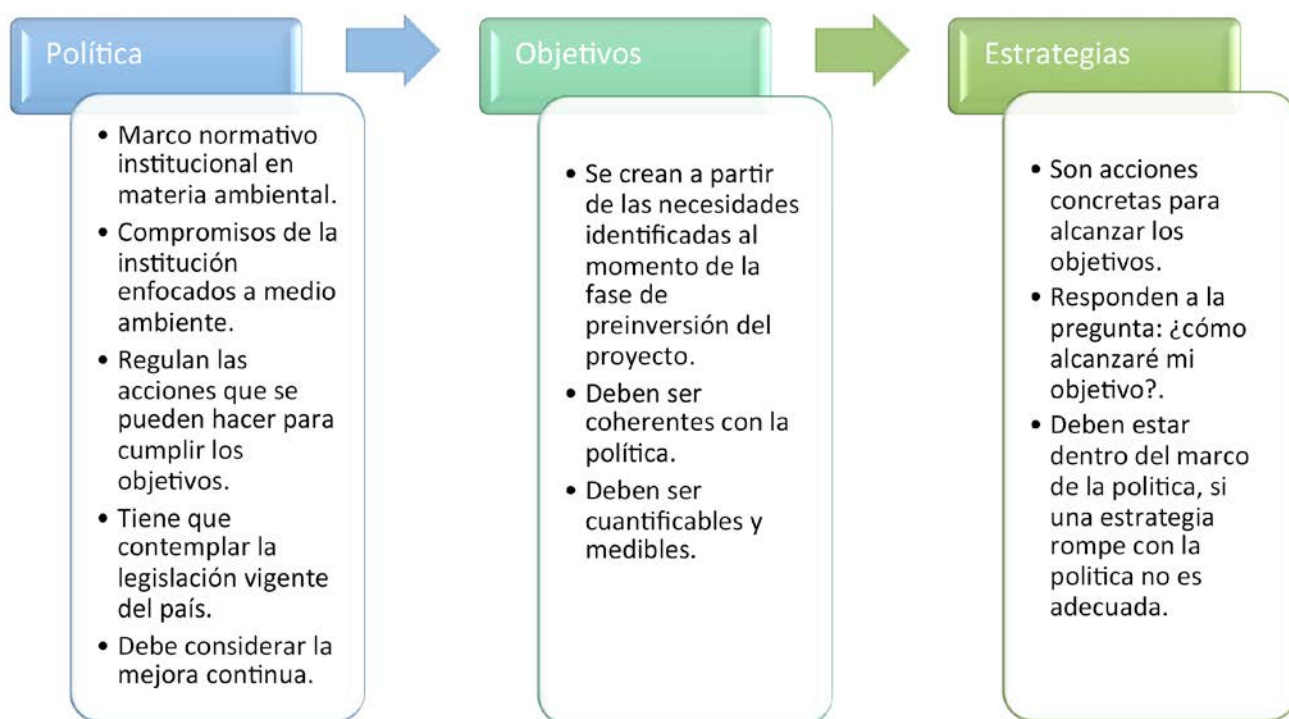


Figura 12. Elementos de un plan.

Fuente: MARN

Tanto la política, objetivos y estrategias, deben ir acorde a la normativa vigente y, tener en cuenta los siguientes elementos, retomados del Anteproyecto de Ley General de Aguas (2012), para asegurar un enfoque integral y sostenible:

- Bien común (vital, finito y vulnerable): el agua es un bien común, finito, vulnerable y esencial para la vida humana y de los ecosistemas que, por su interrelación con las actividades humanas y aspectos políticos, económicos, sociales, culturales y ambientales, se convierte en un recurso estratégico.
- Igualdad: el goce de los derechos no podrá restringirse con base en diferencias de nacionalidad, raza, sexo o religión, de conformidad a lo establecido en la Constitución de la República.
- Integralidad: la gestión del agua exige un enfoque integral que vincule el mejoramiento de la calidad de vida de la población con la protección de los ecosistemas naturales, incluso de sus vínculos con el territorio y la diversidad biológica, ya sea de las cuencas o los acuíferos.
- Gestión ecológica de riesgos: la gestión del agua debe incluir la prevención de los riesgos hidrometeorológicos que amenacen a la población, sus bienes y a los ecosistemas y, la mitigación de los efectos perjudiciales que pueden provocar.
- Equidad de género: el Estado tiene la obligación de prevenir y erradicar toda discriminación contra las mujeres en materia del derecho al agua, así como de promover la igualdad de hombres y mujeres en todos los ámbitos relacionados al acceso al agua y los recursos hídricos, en particular en cuanto a la corresponsabilidad de ambos en el suministro y uso de agua para el consumo del grupo familiar. Se debe promover, especialmente, la participación activa de las mujeres en los procesos de consulta, planeación, capacitación o toma de decisiones, en particular en el acceso, uso y control de los recursos hídricos y la erradicación de las brechas de desigualdad, incluso mediante la adopción de medidas de acción positiva.
- Participación ciudadana: la gestión sustentable e integral de las aguas requiere la participación equitativa y el compromiso responsable de toda

la población y en particular, el reconocimiento y la participación de las mujeres a todos los niveles como actores clave del proceso de uso, manejo y conservación del agua.

- **Enfoque de cuenca:** el agua es un recurso natural que se renueva a través del ciclo hidrológico. La cuenca hidrográfica constituye la unidad territorial de gestión de las aguas y es eje de integración de la política de ordenamiento ambiental del territorio.
- **Enfoque de derechos:** el diseño y ejecución de las políticas y acciones del Estado en materia de agua se realizarán en función de los elementos constitutivos del derecho humano al agua y las correspondientes obligaciones del Estado, tal como se reconoce en la Constitución, los tratados internacionales de derechos humanos y las leyes secundarias pertinentes.

- **Sustentabilidad hídrica:** satisfacer las necesidades actuales de la población, conservando los recursos hídricos en calidad y cantidad para beneficio de las presentes y futuras generaciones, manteniendo la estabilidad de los ecosistemas.

7.2. Realizar/actuar

Esta etapa de SGA consiste en la ejecución y/o puesta en marcha del plan. Aquí se deberá detallar las actividades que se deben realizar para cumplir los objetivos.

Una buena implementación tendrá éxito si las actividades y tareas están bien definidas, dicho de otro modo, cada tarea tendrá un actor, empleado, institución o entidad específica. Si la responsabilidad es compartida entre distintas personas o instituciones, se corre el riesgo de la evasión de responsabilidades por parte de los actores.

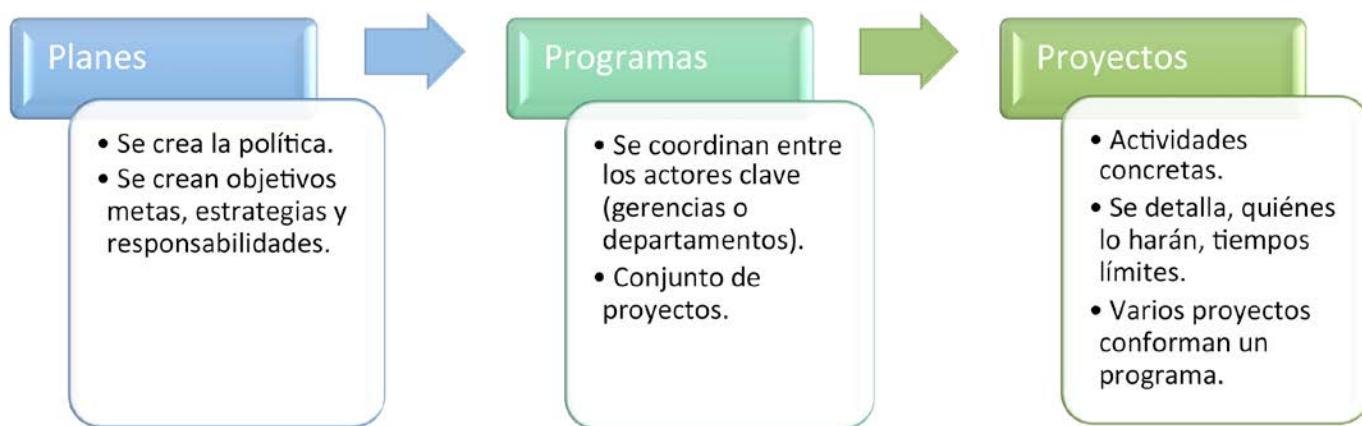


Figura 13. Etapas de la planificación de actividades para la operación de una PTAR.

Fuente: MARN

7.2.1. Programas

Los programas son un conjunto de actividades (proyectos) organizadas que se deben realizar en un tiempo determinado, estas actividades deben estar ligadas al cumplimiento de los objetivos.

En los programas, se detalla la persona responsable de llevar a cabo esa tarea, así como los tiempos en los que se deberán cumplir y el lugar a donde se llevará a cabo la actividad.

Son requisitos indispensables para el funcionamiento correcto de un sistema de tratamiento de aguas residuales ordinarias los siguientes programas:

- Programa de inversiones
- Programa de mantenimiento
- Programa de toma de muestras y análisis de laboratorio

- Programa de operación
- Programa de verificación

7.2.2. Proyectos

Son las acciones concretas que lleva un programa, por ejemplo:

- Mantenimiento
- Limpieza de procesos unitarios
- Limpieza de bombas
- Mantenimiento electromecánico de bombas
- Pintar tuberías

7.2.3. Soporte y documentación

Para la verificación de las actividades, cada actividad debe poseer un documento donde quede demostrada la realización de dicha tarea. Ver ejemplo en la Figura 14.

Planta de tratamiento municipal				
Proceso unitario	Limpieza		Fugas	Responsable
Rejillas	Turno/hora:			
Desarenador				
Tanque homogeneizador				
Sedimentador				
Comentarios:				

Figura 14. Ejemplo de bitácora de actividades.
Fuente: MARN

Además, de los instrumentos de apoyo para llevar un control de las actividades realizadas, es necesario tener una bitácora de operación, donde se puedan

escribir con detalle las actividades e incidencias relacionadas a la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales.

7.3. Evaluación de desempeño

La evaluación de desempeño se debe realizar periódicamente, la meta de esta actividad es evaluar el cumplimiento de los objetivos propuestos. Los objetivos a cumplir de una planta de tratamiento están ligados al cumplimiento de una normativa, por lo que la evaluación de desempeño está ligada a la toma de muestras y los análisis de laboratorio.

Sin embargo, la evaluación del desempeño es el momento idóneo para replantear la sostenibilidad económica de la planta, identificando los sectores económicos que puede aportar más, costos de materiales o reconocer las incidencias repetitivas en el sistema de tratamiento de aguas residuales.



Figura 15. La toma periódica de muestras es vital para el buen funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: MARN

7.4. Mejorar y corregir

Una de las razones principales para implementar un Sistema de Gestión Ambiental es la mejora continua.

Luego de identificar las fallas u oportunidades de mejora, se deben realizar nuevos objetivos, nuevas estrategias que permitan mejorar y corregir aquellas áreas en las que no se han cumplido los objetivos.

Si, por ejemplo, en la evaluación de desempeño se identifica que se sobrepasaron los límites máximos establecidos por la norma de aguas residuales

correspondiente, deberán cambiarse las estrategias o las actividades que no están permitiendo alcanzar el objetivo.

Si, por el contrario, se están cumpliendo los parámetros establecidos por la norma, las acciones deben estar enfocadas a ir mejorando la eficiencia de la planta, tanto económicamente como operativamente, sin que afecte el cumplimiento de la normativa o parámetros establecidos.

Referencias bibliográficas

- ANDA. (2009). Norma para regular la calidad de las aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario. San Salvador: Gerencia Técnica Departamento de Normas Técnicas.
- Código Municipal, 1986. San Salvador. Diario Oficial 23.
- Código de Salud. (1988). San Salvador: Diario Oficial 86.
- CONACYT. (2009). Norma Salvadoreña Obligatoria de Aguas Residuales a un Cuerpo Receptor. San Salvador: Órgano Ejecutivo en el Ramo de Economía.
- Escuela Europea de Excelencia (2014-2019). ISO 14001: ¿En qué se basa un Sistema de Gestión Ambiental? Recuperado de <http://www.nueva-iso-14001.com>.
- FOMILENIO. (Junio de 2018). Asocio Público Privado. Obtenido de <https://www.fomilenioii.gob.sv/asocios-publico-privados>
- Ley de Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. (1961). San Salvador: Diario Oficial 193.
- Ley de Riego y Avenamiento. (1970). San Salvador: Diario Oficial 213.
- Ley Del Medio Ambiente. (1998). San Salvador, El Salvador: Diario Oficial 339.
- MARN. (2017). Recomendaciones para selección de tratamientos de depuración de aguas residuales urbanas en la República de El Salvador. San Salvador: Unidad de Comunicaciones MARN.
- MARN. (2012). Anteproyecto de Ley General de Aguas. Recuperado de <http://www.marn.gob.sv/anteproyecto-de-ley-general-de-aguas/>
- MINSAL. (2014). Manual de Procedimientos Administrativos para la Emisión de Permisos Sanitarios. San Salvador: MINSAL.
- MSPAS. (2009). Guía técnica sanitaria para instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises. San Salvador: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- MSPAS. (2004). Norma Técnica para la Instalación, Uso y Mantenimiento de Letrinas Secas Sin Arrastre de Aguas. San Salvador: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Quintero, D., Zapata, A., & Guerrero, J. (2007). Modelo de costos para el tratamiento de las aguas residuales en la región. Colombia: Scientia et Technica Año XIII, N° 37, 591-596.
- Reglamento Especial de Aguas Residuales. (2000). San Salvador: Presidencia de la República.
- Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental. (2000). San Salvador: Presidencia de la República.
- Reglamento General de La Ley del Medio Ambiente. (2000). San Salvador: Diario Oficial N° 98.



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

www.marn.gob.sv | medioambiente@marn.gob.sv

