

**MARCO CONCEPTUAL ESPECÍFICO
PROYECTOS DE SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES**

CAF-BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA



Bogotá, D.C.
Enero de 2017

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Definición de las etapas y actividades del proyecto	5

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tecnologías de tratamiento de aguas residuales más frecuentes para Sistemas de tratamiento de agua residual.....	2
Figura 2. Diagrama de flujo proceso de tratamiento de aguas residuales	5

MARCO CONCEPTUAL ESPECÍFICO

PROYECTOS DE SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES

CAF financia proyectos de sistemas de alcantarillado público y de tratamiento para aguas residuales domésticas para áreas urbanas de cualquier tamaño, por lo tanto, esta Guía aplica a todos los proyectos de este tipo.

A continuación se definen las características de proyectos de recolección y disposición de aguas residuales, así como los componentes típicos y elementos principales de dichos proyectos, esto con el fin de ofrecer una mejor orientación en relación con las intervenciones necesarias para la gestión del riesgo ambiental y social en este tipo de proyectos.

Se entiende por Sistema de recolección y disposición de aguas residuales, al conjunto de infraestructuras, elementos, equipos y procedimientos destinados a coleccionar y transportar aguas residuales de origen doméstico, para conducirlos hacia los sistemas de tratamiento, y posteriormente, realizar su disposición adecuada.

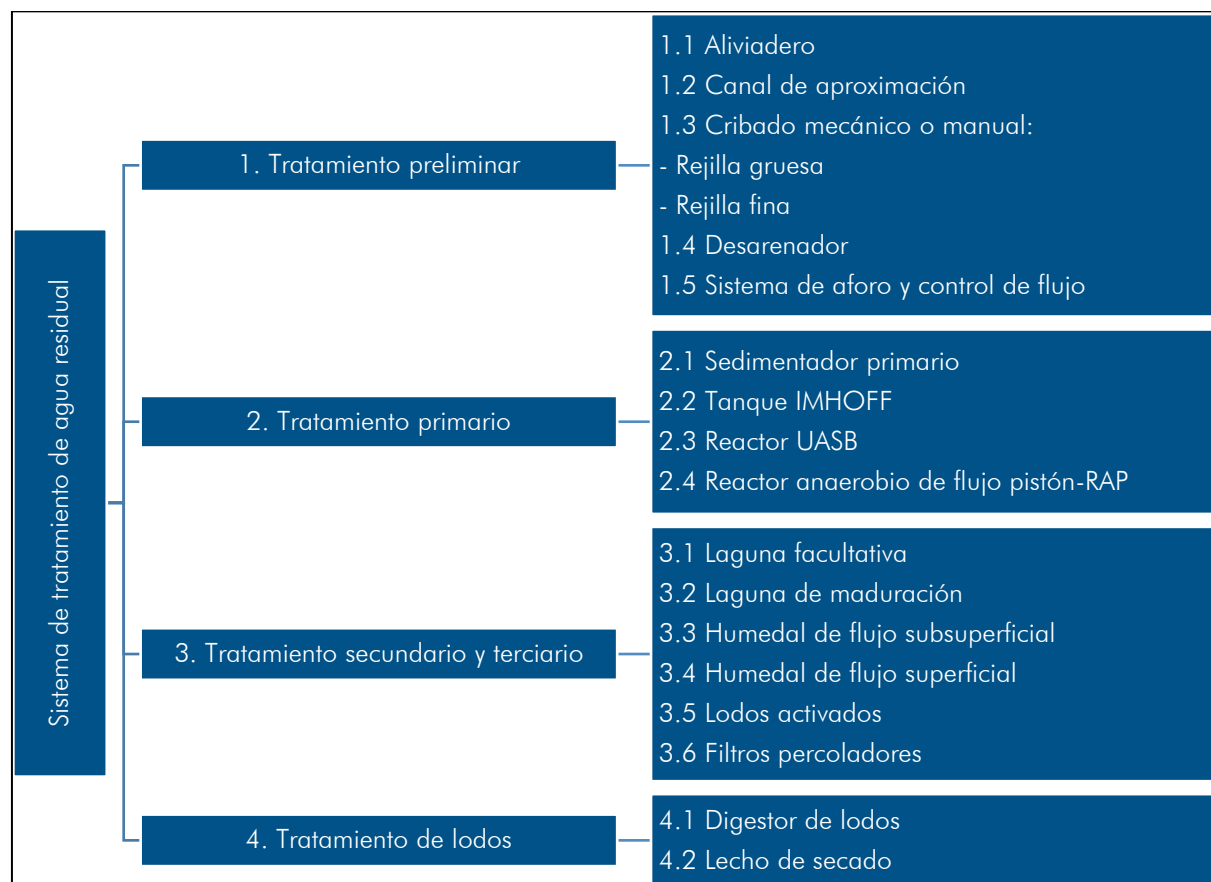
Los componentes de un sistema de recolección y disposición de aguas residuales son los siguientes:

Red de alcantarillado sanitario: es el sistema de tuberías y obras civiles usado para recolectar y transportar las aguas residuales de origen doméstico. Los principales elementos de una red de alcantarillado son: (i) acometidas, que son el conjunto de elementos que permiten incorporar a la red las aguas vertidas por una edificación o predio; (ii) colectores, (iii) v colectores principales, que son las tuberías de gran sección, que conducen el caudal de varios colectores hacia el emisario, y (iv) emisario que es la conducción que transporta las aguas reunidas en los colectores hasta la planta de tratamiento de aguas residuales.

Sistemas de tratamiento de agua residual: tiene el objetivo genérico de conseguir, a partir de aguas residuales y mediante diferentes procedimientos físicos, químicos y biotecnológicos, un agua efluente de mejores características de calidad y cantidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados. Para efectos de esta guía, se toman en cuenta los sistemas de tratamiento a pequeña escala en áreas urbanas, cuya magnitud, dimensionamiento y cargas recibidas pueden ser adoptadas para plantas más pequeñas según la necesidad.

Las partes que componen la planta de tratamiento dependen de la tecnología aplicable para el tratamiento.

Figura 1. Tecnologías de tratamiento de aguas residuales más frecuentes para Sistemas de tratamiento de agua residual



Fuente: Consorcio INERCO FACTOR, 2016.

Pretratamiento: las unidades de pretratamiento brindan soporte y un acondicionamiento a las aguas residuales permitiendo un adecuado funcionamiento de los sistemas posteriores, removiendo materiales que pueden interferir con los procesos de tratamiento (Tchobanoglous, 2000).

Entre los procesos de tratamiento preliminar empleados en las plantas de tratamiento de aguas residuales se encuentran:

Sistemas de alivio de caudal: los aliviaderos pueden ser laterales, transversales o de tipo vórtice, y deben permitir que el caudal de aguas residuales de tiempo seco continúe por el colector hasta la planta de tratamiento, pero durante determinados eventos de precipitación y escorrentía asociada deben derivar o aliviar lo que les corresponda de aquella porción en exceso a la capacidad de la red aguas abajo o la capacidad de la planta de tratamiento. La principal ventaja de esta estructura consiste en permitir (en épocas de precipitaciones) la entrada del caudal de diseño de las unidades de tratamiento, disminuyendo los costos de instalación y construcción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, adicionalmente, permite controlar los picos de caudales por precipitaciones, lo cual disminuye la vulnerabilidad del sistema.

Sistema de cribado: el principal objetivo del sistema de cribado es retener sólidos gruesos que floten o que se encuentren suspendidos en el agua, como papel, trapos, frascos, trozos de madera, cadáveres de animales y otros objetos que usualmente son transportados por la red de alcantarillado.

Desarenador: para la remoción de arenas junto con gravas, cenizas y otros materiales presentes en el agua residual, normalmente, partículas superiores a 0,2 milímetros. El desarenador tiene como objetivo primordial evitar que se produzcan depósitos en las obras de conducción, y sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento (CEPIS, 2005).

Tratamiento primario: la finalidad de este tipo de tratamiento es remover partículas insolubles (sólidos en suspensión) por métodos puramente físicos. Dentro de las unidades de tratamiento empleadas se encuentran:

Sedimentador primario: la sedimentación primaria es una operación unitaria diseñada para remover los sólidos suspendidos sedimentables de las aguas residuales en un proceso físico, que aprovecha la diferencia de densidad y peso entre el líquido y las partículas suspendidas. Los sólidos, más pesados que el agua, precipitan produciéndose la separación de los mismos, en general aplica para la remoción de sólidos con cargas de salida del vertedero iguales a $10 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ (donde m es el ancho de vertedero en metros).

Tanque IMHOFF: es una unidad de tratamiento primario cuyo propósito es remover los sólidos suspendidos sedimentables. El tanque IMHOFF puede presentar dos cámaras; la primera, de sedimentación, y la segunda, de digestión de lodos.

Reactor UASB: según lo argumentado por Collazos (1999), la operación del Upflow Anaerobic Sludge Blanket o Reactor Anaerobio de Manto de Lodos de Flujo Ascendente se basa en la actividad autorregulada de grupos de bacterias que degradan la materia orgánica en diferentes etapas, y se desarrollan en forma interactiva, formando un lodo biológicamente activo en el reactor; es decir, se forma un manto de lodos en la parte inferior de la estructura.

RAP: este sistema permite que la superficie de interfaz líquida-gas esté en contacto directo con la atmósfera natural. También se adiciona un lecho de empaquetamiento para mejorar la distribución hidráulica del flujo y evitar la compactación de la biomasa.

Tratamiento secundario: se emplea para eliminar la contaminación orgánica disuelta, posterior a los tratamientos primarios. Consisten en la oxidación aerobia de la materia orgánica o su eliminación anaerobia en digestores cerrados.

Lagunas: dentro de los tipos de unidades de tratamiento de lagunas se encuentran: laguna anaerobia, la cual se diseña principalmente para la remoción de materia orgánica suspendida (SST) y parte de la fracción soluble de materia orgánica (DBO5); lagunas facultativas, diseñadas para remoción de DBO5 con base en una baja carga orgánica superficial que permita el desarrollo

de una población de algas activa. De esta forma, las algas generan el oxígeno requerido por las bacterias heterotróficas para remover la DBO5 soluble.

Filtro percoladores: también llamado biofiltro, es un proceso diseñado para ejercer una verdadera acción de tamizado o filtración del agua residual así como también para poner en contacto aguas residuales con biomasa adherida a un medio de soporte fijo, constituyendo un lecho de oxidación biológica. Los filtros percoladores pueden ser de diferentes tipos por ejemplo, circular, con distribuidor rotatorio superficial de agua.

Sistemas de lodos activados: tiene lugar la degradación de la materia orgánica por medio de microorganismos. El proceso consiste en favorecer el desarrollo de una colonia bacteriana en el tanque alimentado con el efluente a tratar, el cual se encuentra dotado con un sistema de aireación y mezcla, logrando así una eficiencia de remoción de DBO y DQO del 80 al 95 %, utilizando los nutrientes propios del agua residual para la síntesis de los contaminantes.

Tratamiento acuático: se aplica aguas residuales sobre terrenos húmedos naturales o artificiales con el propósito de remover sus contaminantes. La vegetación acuática puede mejorar la calidad del agua y servir para estabilizar riberas de ríos y lagos y para mejorar la estética ambiental (Romero). Dentro de los sistemas más implementados se encuentran:

- **Humedales de flujo superficial:** es un pantano o ciénaga con vegetación emergente e inundada hasta una profundidad de 10 a 45 centímetros. La vegetación incluye juncos, cañas, espadaña y anea, sirven como medio de soporte de crecimiento bacterial, reduce el potencial de crecimiento de algas y oxigena el agua.
- **Humedal de flujo subsuperficial:** el agua fluye por debajo de la superficie de un medio poroso sembrado de plantas emergentes. El medio es comúnmente grava gruesa y arena en espesores de 0,45 a 1 metro y con pendiente de 0 a 0,5 %. En contraste con los humedales de flujo superficial o con espejo de agua los humedales artificiales de flujo subsuperficial tienen menores requerimientos de área y carecen de problemas de olores y de mosquitos. Como desventaja, sin embargo, se tiene un costo mayor por el medio de grava y riesgo de taponamiento.

Tratamiento de lodos: los procesos de tratamiento descritos anteriormente requieren la separación de sólidos y su tratamiento posterior para eliminar compuestos de materia orgánica contenida en el agua residual cruda, susceptible a descomposición. Dentro de los tratamientos empleados se encuentra la *digestión anaerobia de lodos de aguas residuales*, y tiene como objetivo reducir el contenido volátil a cerca del 50 % y los sólidos a aproximadamente a un 70 % de los valores originales. Los *Lecos de secado* consisten en el retiro del agua del lodo reduciendo su contenido de humedad hasta alcanzar aproximadamente el 85 % de humedad. Son comunes las técnicas de secado sobre lechos, filtración al vacío, centrifugación, filtración a presión, vibración sónica o mecánica.

En general, el ciclo de los proyectos corresponde a las fases que se cubren en el proceso de transformación de la idea a la respuesta, en la provisión de bienes o servicios que brindan solución a problemas previamente identificados.

El ciclo de vida de cualquier proyecto se inicia con la identificación de un problema o necesidad a la que se le busca una solución. Considera las siguientes etapas: prefactibilidad, factibilidad, diseño final, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento.

- *Prefactibilidad:* en esta etapa se depuran y afinan a mayor nivel de detalle los estudios técnicos, administrativos, institucionales y ambientales, para cada alternativa evaluada en la fase de perfil, descartando de manera definitiva las no factibles y seleccionando la mejor, para lo cual se recurre a profundizar en algunas variables a través de levantamiento de información primaria para depurar mejores los resultados. Adicionalmente, se realizan los análisis de sensibilidad para observar el comportamiento del proyecto ante supuestas alteraciones de las condiciones iniciales.
- *Factibilidad:* se realiza una primera aproximación al proyecto y medio receptor, con base en la compilación y estudio de antecedentes. Se define el área que se evalúa en el proceso de selección del emplazamiento óptimo del sistema de tratamiento y se desarrolla la estrategia para planificar la operación. Se entiende por emplazamiento óptimo aquel que minimiza los impactos ambientales y sociales, dentro de los escenarios económicamente viables. Este prediseño involucra todas las actividades y los estudios técnicos, ambientales y sociales base para el desarrollar el diseño el proyecto.
- *Diseño final:* es la etapa fundamental del proyecto, en la cual se definen los sitios de emplazamiento de las obras, y el plan de organización laboral. Uno de los objetivos centrales de esta etapa es prevenir y minimizar los impactos ambientales y sociales. En esta etapa se desarrollan procesos de dimensionamiento, implantación y, en general, las actividades de diseño de detalle que permite dar paso a la Etapa de Construcción.
- *Construcción:* consiste en la ejecución de las obras civiles (servidumbres, vías de accesos, edificaciones, instalación de tuberías, construcción de unidades de tratamiento) en el territorio. En esta etapa se genera un porcentaje significativo de los impactos del proyecto, razón por la cual deben tomarse todas las precauciones posibles para que estos sean prevenidos, minimizados y/o mitigados, dentro de las posibilidades determinadas por los diseños definidos. Para aquellos impactos significativos que no puedan ser mitigados, se deben planificar y ejecutar medidas de compensación.

En caso de requerirse realizar actividades de ampliación y/o modificación, que implican el diseño y construcción de nuevas obras, las consideraciones respecto a los posibles impactos en esta etapa son las mismas que las señaladas en las etapas de Diseño y Construcción.

- *Operación y mantenimiento:* en esta etapa se da paso al funcionamiento de los equipos y la infraestructura y se desarrollan las actividades para el mantenimiento de equipos y elementos

para la recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición de efluentes tratados. Los impactos en esta etapa se derivan de las modificaciones que se introduzcan al medio físico y sus consecuencias en el ambiente y medio social, principalmente, según el tipo de planta de tratamiento que se haya instalado.

- *Desmantelamiento*: consiste en el desmontaje y retiro de los equipos y las construcciones implantadas para la operación. En esta etapa se debe procurar, en la medida de lo posible, restaurar las condiciones ambientales previas a la implantación del proyecto. En el caso de estos sistemas es poco probable su retorno a la situación anterior.

En la Matriz 01 se listan y describen, brevemente, aquellas actividades técnicas principales de un proyecto de recolección y disposición de aguas residuales, identificadas como susceptibles de generar alteraciones significativas en el medio físico-ambiental, social e institucional, durante todas las etapas de ejecución, desde el prediseño hasta la etapa de desmantelamiento.

- Esta Guía no hace referencia detallada a todas las actividades que pueden estar involucradas en un proyecto recolección y disposición de aguas residuales, sino exclusivamente a aquellas consideradas como susceptibles de generar impactos en el medio receptor.
- Las sugerencias previstas no sustituyen ni invalidan la planificación del proyecto de acuerdo con las normas técnicas nacionales o internacionales ni los requerimientos técnicos específicos vigentes y aplicables para cada una de las etapas y actividades de los proyectos de recolección y disposición de aguas residuales.

Este listado debe considerarse como una referencia u orientación al momento de elaborar los estudios y las tareas de gestión de riesgo ambiental y social. El listado definitivo de las actividades que se deben considerar puede variar dependiendo de cada proyecto y de las condiciones específicas del medio receptor.