

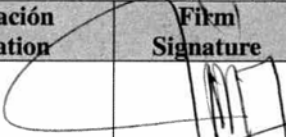
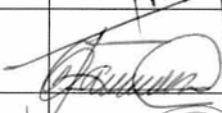
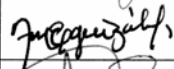



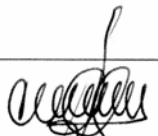
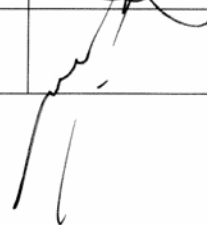
「成果 4: 下水道整備計画策定能力の開発」に関わる研修  
2009 年 10 月 6 日ワークショップ参加者リスト

EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

**Lista de asistencia (Attendance List)**

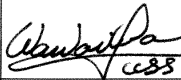






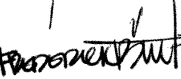

Título de la reunión:  
(Title of the meeting) : Seminar on Sewerage Planning Lugar (Place) : Hilton Hotel Princess  
Fecha (Date) : 6 de octubre de 2009  
Hora (Time): De (From) 8:00 a (to) \_\_\_\_\_

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
1	Ing. Francisco Gómez	Presidente de ANDA	
2	Ing. Carlos Deras Barillas	Asesor Presidencia	
3	Arq. Yaneth Diaz	Directora Técnica de ANDA	
4	Lic. Aura Eguizabal	Asistente Dirección Técnica	
5	Ing. Ernesto Castellanos	Técnico UGA	
6	Ing. Alfonso Armando Ramírez	Gerente de Infraestructura	
7	Lic. Xenia Beatriz Campos	Técnico de Planificación	
8	Lic. Milton Portillo	Jefe Planificación	
9	Lic. Claudia Arriaza	Encargada Área Saneamiento (RC)	
10	Ing. Flavio Meza	Coordinador de Saneamiento RM)	

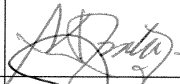
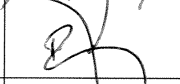
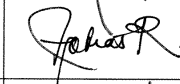
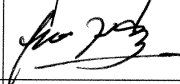
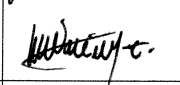
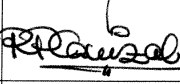



EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista 1.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
11	Inga. Martha Ma. Nuila	Técnico de Saneamiento(RM)	
12	Inga. Gladis Rodriguez	Técnico de Saneamiento(RM)	
13	Inga Celia de Mena	Jefe UGA	
14	Inga. Ana Cristina Lovo	Técnico UGA	
15	Ing. José Israel Flores	Gerente Región Metropolitana	
16	Ing. Herbert Salgado	Técnico de Saneamiento(RM)	
17	Ing. Nancy Quintanilla	Técnico de Investigación(RM)	
18	Tec. Ricardo Escobar	Técnico de Investigación	
19	Ing. Enrique Castillo	Técnico de Investigación(RM)	
20	Arq. Frederick Benítez	Gerente RC	
21	Lic. Gilberto Carranza	Jefe Proyección Social	
22	Arq. Luís Díaz	Dpto. Operaciones	

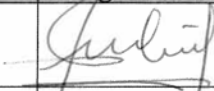
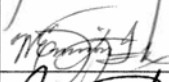



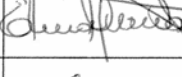
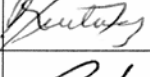
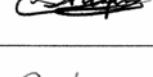
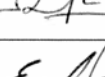
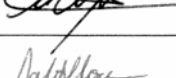
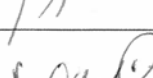
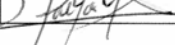
EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
23	Ing. Hugo Luís Santamaría	Ing. Supervisor	
24	Lic. Susana Mineros	Promotora Social	
25	Arq. Sandra de Vega	Técnico de Proyección Social	
26	Ing. Roberto Recinos	Jefe Unidad de Proyectos	
27	Ing. Tobías Ramírez	Profesional Especializad Proyectos	
28	Ing. Francisco Hernández	Técnico Gerencia de Infraestructura	
29	Ing. Mario Valiente	Subgerente Servicios Técnicos y fac.	
30	Arq. Patricia Canizalez	Técnico de Factibilidad	
31	Ing. Angel Gabriel Valdes	Gerente ROC	
32	José Elmer Umaña	Jefe operaciones ROC	
33	Erick Stanley Aguirre	Técnico Operaciones ROC	
34	Lic. Thelma Arévalo	Referente calidad del agua ROC	





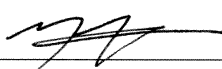



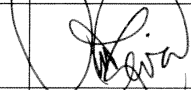
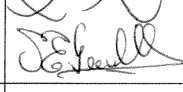
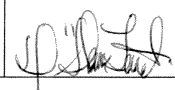
EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista 1.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
35	Ing. Neftali Cañas	Gerente ROR	
36	Ing. Walter Fuentes	Encargado Mantenimiento. Redes ROR	
37	Ing. Guillermo Montiel	Ingeniero Colaborador	
38	Lic. Ana de Cardoza	Jefe Cooperación	
39	Lic. Claudia Ramírez	Técnico de Cooperación.	
40	Lic. Elena Cerna	Jefe de comunicaciones	
41	Lic. Rina Ventura	Coordinadora de prensa	
42	Lic. Rolando Cáceres	Asistente Presidencia	
43	Lic. Daniela Rodríguez	Aseora Financiera	
44	Ing. Enrique Castañeda	Profesora Especialista	
45	Ing. Juan Carlos Flores	Coordinador General BID/ANDA	
46	Lic. Angrid Maldonado	Colaboradora Técnico Comunicaciones	

EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista 1.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
47	Lia. Orlando Hidalgo	Oficial de Programa	Orlando Hidalgo
48	Minoru Kobayashi	Represente Residante Adjunto	小川 英
49	Sr. Takemasa Yamaya	JICA Expert	
50	Sr. Yasuhiro Aoki	JICA Expert	
51	Sr. Tetsuo Wada	JICA Expert	
52	Victor Valverde	Interpreter	
53	Manuel Rivera		
54	Emilio Sora	INTERPRETER	
55	Mariana <del>Hernández</del> Taylor	Interpreter	
56	Carla Leiva		
57	Elsy Goullien	ANDA Técnica Coop	
58	Daysi Alvarado	ANDA Técnico Cooperación	

2009年10月6日ワークショップ発表資料

# Proyecto de Desarrollo de Capacidades de ANDA para el Mejoramiento Operacional en la República de El Salvador

## Bosquejo General del Proyecto y Situación del Manual de Planificación de Alcantarillados

06 de Octubre de 2009

1

### PROGRAMA DEL SEMINARIO “MANUAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO”

7:30-8:00	Inscripción de participantes	
8:00-8:15	Palabras de apertura	Ing. Francisco Jose Gomez
8:15-8:45	Bosquejo del proyecto y situación del manual	Ing. Alfonso Armando Ramirez
8:45-9:30	Capítulo 1	Ing. Martha Nuila
9:30-9:45	Refrigerio	
9:45-10:30	Capítulo 2	Inga. Celia de Mena
10:30-11:15	Capítulo 3	Ing. Flavio Meza
11:15-12:00	Capítulo 4	Lic. Claudia Arriaza
12:00-12:30	Puntos a desarrollar en el futuro cronograma del manual de planificación de Alcantarillados cronograma de la capacitación de ANDA para desarrollar capacidades en planificación de alcantarillados	Ing. Flavio Meza
12:30-12:45	Palabras de clausura	Arq. Yanet Diaz
12:45-	Almuerzo	

2

# 1. Alcance del proyecto

(Objetivo, resultados esperados, cronograma, y rol de ANDA)

3

## 2. Antecedentes

- En el 2007, se envió un experto de JICA de corto plazo a ANDA



- Análisis de la situación actual de ANDA y preparación del plan de acción



- En el 2008, se envió una misión de estudio de preparación



- Este proyecto

4

### 3. Objetivos, resultados esperados y área del Proyecto

#### ➤ Objetivo del Proyecto:

**“Mejorar la capacidad institucional de ANDA en el mantenimiento y administración de las instalaciones.”**

5

### 3. Objetivos, resultados esperados y área del Proyecto

#### Objetivos de las actividades

- Para mejorar la capacidad financiera de ANDA, el equipo de expertos proporciona asistencia técnica a ANDA en los temas de reducción de ANF y el consumo de energía.
- Los expertos de JICA proporcionan asistencia en el desarrollo de capacidades de ANDA para la preparación del plan de alcantarillado, incluyendo aspectos de operación y mantenimiento.

6



### 3. Objetivos, resultados esperados y área del Proyecto

#### Resultados esperados del Proyecto:

- **Resultado 1:** Mejorar la capacidad técnica de ANDA en la reducción de ANF
- **Resultado 2:** Mejorar la capacidad de ANDA en la preparación del plan de reducción del ANF
- **Resultado 3:** Fortalecer la capacidad de ANDA en el ahorro de energía
- **Resultado 4:** Desarrollar la capacidad de ANDA en la preparación del plan de desarrollo de alcantarillados

7

### 3. Objetivos, resultados esperados y área del Proyecto

#### Rol de ANDA para lograr los resultados

- ANDA debe desempeñar un rol principal
- ANDA debe implementar el proyecto con fuerte liderazgo
- Los objetivos del proyecto deben ser logrados por ANDA
- El equipo de expertos de JICA es un apoyo para ANDA, y es de suma importancia que ANDA tome las iniciativas del proyecto

8

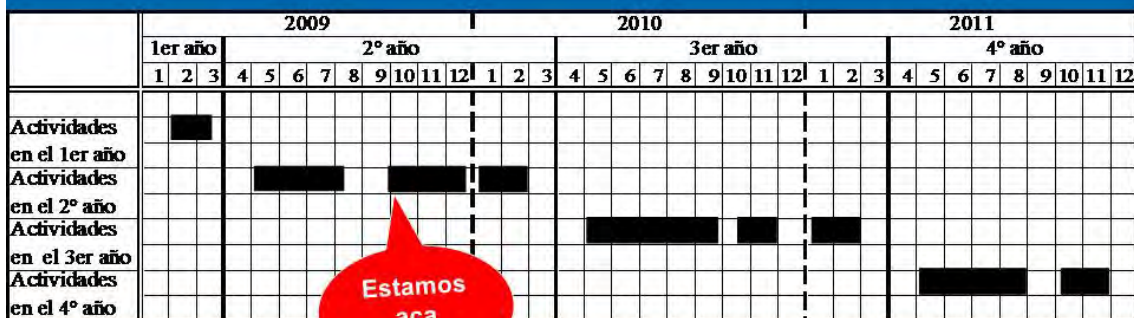
### 3. Objetivos, resultados esperados y área del Proyecto

#### Áreas objeto del Proyecto

Contenido de actividades	Área objeto
Resultado 1 (Mejorar la capacidad técnica de ANDA en la reducción del ANF)	Oficina de la región metropolitana, región central y región occidental
Resultado 2 (Mejorar la capacidad de ANDA en la preparación del plan de reducción del ANF)	Sede de San Salvador
Resultado 3 (Fortalecer la capacidad de ANDA en el ahorro de energía)	Oficina de la región metropolitana
Resultado 4 (Capacidad de ANDA en la preparación del plan de desarrollo de alcantarillados)	Sede de San Salvador

9

### 4. Cronograma de actividades del Proyecto



Estamos aca

El proyecto será ejecutado durante 4 años conforme a los años fiscales de Japón.

10

## 5. Puntos importantes en la reducción del ANF

### 1. Medidas de reducción del ANF

Dar importancia al desarrollo autónomo: Fortalecer el nivel técnico y la capacidad institucional de ANDA para que ésta pueda seguir realizando las medidas de reducción del ANF bajo su propia iniciativa aun después de terminado el Proyecto.

“Distritos modelo” para la reducción del ANF: Tratar de realizar una transferencia técnica mostrando una situación ideal.



Revisar los resultados del distrito modelo y reflejar las lecciones aprendidas en el área piloto

“Distritos piloto experimentales” para la reducción del ANF: De ahora en adelante ANDA podrá seguir llevándolos por su cuenta.

11

## 5. Puntos importantes en el ahorro de energía

2. Aunque el área objeto es el área metropolitana, se prestarán atenciones a que se pueda extender los beneficios a todas las oficinas regionales de ANDA
  - Proponer la participación de observadores de otras oficinas regionales
3. Seleccionar como instalaciones piloto aquellas típicas que puedan servir de buenos ejemplos.
  - Se supone seleccionar mismos distritos que los de reducción del ANF, puesto que se tendrán efectos también con la revisión de la operación.
4. Aplicación de metodología adecuada para ANDA
  - Inicialmente aspirar a una ejecución sostenible dentro del nivel técnico y el límite presupuestario del trabajo de operación y mantenimiento convencional.

12

## 5. Puntos importantes del plan de alcantarillado

### 5. Mejoramiento de la capacidad institucional en el trazado de plan general en concordancia con otros planes y las instalaciones de alcantarillado existentes

- Plan que sea concordante con futuros planes (plan de desarrollo urbano, plan de uso del suelo, etc.) y que permita aprovechar eficientemente las instalaciones de alcantarillado existentes.

### 6. Mejoramiento de la capacidad institucional sobre planificación con miras a fortalecer la capacidad de mantenimiento y administración

- Preparación de un plan que considere no solamente la construcción de instalaciones sino también el análisis de la organización, sistema y aspecto financiero para mantener y administrar las mismas.

**y resultados esperados y actividades en el 2do año para la planificación de alcantarillados**

**Resultado 4: Desarrollar la capacidad de ANDA en la preparación del plan de desarrollo de alcantarillados**

Año	Resultados a lograr en cada año
1er año	Organizar un equipo de plan de alcantarillado en la sede de ANDA.
	Elaborar un plan de capacitación sobre la preparación del plan de alcantarillado y la técnica de tratamiento de aguas residuales.
2º año	Terminar un manual para la preparación del plan de construcción de alcantarillados.
	El personal contraparte aprenderá el contenido del manual a través de las capacitaciones y talleres de trabajo.

15

**Resultado 4: Desarrollar la capacidad de ANDA en la preparación del plan de desarrollo de alcantarillados**

**Indicadores**

- 4-1 Un manual para la preparación del plan de construcción de alcantarillados será elaborado.

16

#### Resultado 4: Desarrollar la capacidad de ANDA en la preparación del plan de desarrollo de alcantarillados

##### Resultados esperados en el segundo año

- Un manual para la preparación del plan de mejoramiento de alcantarillados será preparado.
- El personal C/P aprenderá el contenido del manual a través de las capacitaciones y talleres de trabajo.

17

#### Resultado 4: Desarrollar la capacidad de ANDA en la preparación del plan de desarrollo de alcantarillados

##### Contenido de las actividades en el segundo año

- Preparación del manual y del seminario/taller de trabajo
  - Ejecutar la capacitación conforme al plan de capacitación formulado en el primer año.
  - Apoyar la elaboración del manual conforme al resultado de la capacitación.
  - Celebrar el taller de trabajo e intentar lograr la comprensión del contenido del manual.

18

## Resultado 4: Desarrollar la capacidad de ANDA en la preparación del plan de desarrollo de alcantarillados

### Plan de ejecución del trabajo

	Año fiscal 2009												2010				
	2009												2010				
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3					
<b>4. Resultado (4): Desarrollar la capacidad de ANDA en la elaboración del plan de construcción de alcantarillado</b>																	
4-1: Organizar equipos del plan de alcantarillado																	
4-2: Estudiar el estado actual de la construcción de alcantarillado y analizar los problemas sobre para la elaboración del plan de construcción de alcantarillado																	
4-2-1: Realizar estudios complementarios de la información recolectada																	
4-3: Elaboración del manual y ejecución de la capacitación																	
4-3-1: Elaborar un plan de capacitación sobre la elaboración del plan de alcantarillado y la técnica de tratamiento de aguas residuales																	
4-3-2: Elaborar materiales didácticos para la capacitación sobre la elaboración del plan de alcantarillado y la técnica de tratamiento de aguas residuales																	
4-3-3: Ejecutar una capacitación sobre la elaboración del plan de construcción de alcantarillado y la técnica de tratamiento de aguas residuales																	
4-3-4: Elaborar un manual para la elaboración del plan de construcción de alcantarillado																	
4-3-5: Celebrar talleres de trabajo/seminarios sobre la elaboración del plan de construcción de alcantarillado																	

19

Y ahora el equipo que ha preparado el borrador del Manual de Planificación de Alcantarillado toma la palabra para explicar en detalle el contenido del mismo.

Muchas Gracias.

20

# Mejorar la capacidad de ANDA en el desarrollo del Plan de Alcantarillado

## CAPITULO 1

### PLANIFICACION DE ALCANTARILLADOS



## Equipo de alcantarillado

- Ing. TETSUO WADA (Experto JICA)
- Ing. ALFONSO ARMANDO RAMIREZ (TEAM LIDER)
- Ing. FLAVIO MEZA
- Inga. GLADYS RODRIGUEZ
- Inga. MARTHA MARIA NUILA
- Lic. MILTON PORTILLO
- Licda. CLAUDIA ARRIZA
- Inga. CELIA DE MENA
- Ing. ERNESTO CASTELLANOS





## Elaboración de un plan y formulación de un proyecto

- Un plan maestro de alcantarillado contempla un conjunto de proyectos que tienen como objeto el mejoramiento y desarrollo planificado del alcantarillado sanitario en una región
- Un proyecto de alcantarillado es un componente de un plan maestro y contribuye a alcanzar las metas del plan

## ¿PARA QUE UN MANUAL DE ALCANTARILLADO?

El presente manual tiene como objetivo:



■ MEJORAR LA CAPACIDAD DE ANDA EN LA PLANIFICACION DE ALCANTARILLADOS

- Ofrece herramientas básicas a los técnicos de la ANDA para
  - la proyección,
  - diseño,
  - instalación y
  - supervisión

de redes de alcantarillado sanitario de acuerdo a las normas técnicas de ANDA.



## 1.1 PLANIFICACION GENERAL DEL ALCANTARILLADO

- El diseño de la red de alcantarillado deberá estar a cargo de personal especializado:
  - de acuerdo con los planes de desarrollo urbanístico e industrial del área en donde se ubicará el proyecto.
  - proyectarse para funcionar exclusivamente para aguas residuales, no se permite el ingreso de aguas lluvias.
  - Cumplir las normas técnicas de ANDA
  - Considerar diferentes alternativas, con el fin de encontrar la mejor solución la que se decidirá en base a criterios que consideren aspectos:
    - naturales,
    - sociales,
    - Técnicos
    - Económicos y financieros



## Criterios de índole natural

- se deberá tomar en cuenta:
  - la capacidad del cuerpo receptor,
  - topografía del terreno,
  - condiciones climatológicas,
  - extensión del área de drenaje,
  - Otras de interes



## Criterios de índole social

- Se refiere a:
  - grado de aceptación del sistema por parte de la comunidad,
  - disponibilidad de terrenos y servidumbres,
  - costumbres de la población,
  - Otras de interés



## Criterios técnicos y económicos

- Se refiere a:
  - la aplicación de normas, leyes y reglamentos en la proyección de la red de alcantarillado,
  - grado de cobertura,
  - población a servir,
  - fuentes de financiamiento,
  - desarrollo por etapas,
  - proyecciones de crecimiento,
  - usos proyectados de suelo,
  - calidad de las aguas residuales,

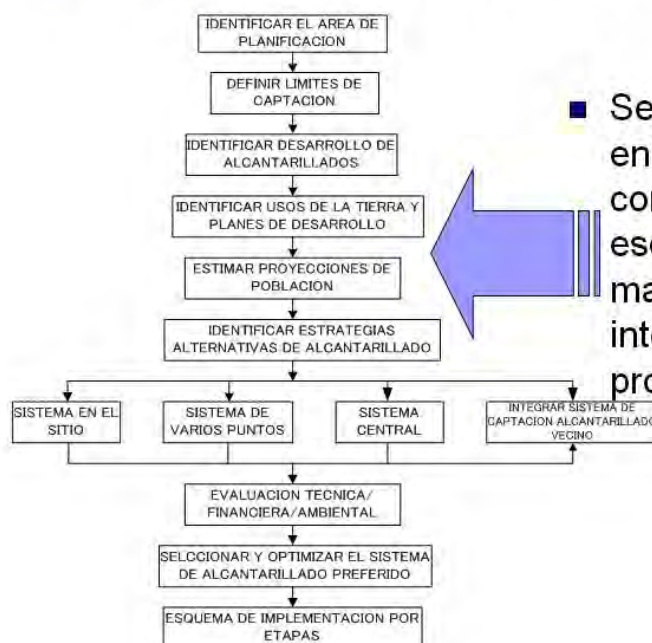


## 1.2 Períodos de Planificación

- El período mínimo de planeación es de 20 años. El tiempo de planificación debe ser decidido en base al tamaño de la población y dependiendo de la situación social y ambiental.
- De acuerdo a las normas técnicas, el período de diseño “n” del proyecto dependerá de la vida útil de las instalaciones y recursos financieros con un mínimo deseable de n de 20 años.
- Las normas técnicas de Bolivia, definen dos tipos de periodo de diseño, el primero basado en la población a servir y el segundo de acuerdo a los componentes del sistema, coincidiendo con las Guías para el diseño de alcantarillados de la OPS/CEPIS en lo que respecta a la población.



## 1.3 procedimientos generales para el desarrollo de planes de alcantarillado



- Se recomienda un enfoque de paso a paso, con un análisis de esquemas alternativos de manejo de alcantarillado, integrado en el procedimiento general.



## 1.3 procedimientos generales para el desarrollo de planes de alcantarillado

### 1. Tratamiento de alcantarillado, el enfoque principal de la planificación de captación de alcantarillado

- El proceso de identificar y evaluar esquemas alternativos del manejo de alcantarillados debe por tanto ser enfocado en el “**donde**” y el “**como**” las aguas residuales que se generen dentro de un área de captación deberán ser tratadas



### 2. Identificar el área de planificación

Identificación y delimitación del área de intervención,

- Considerar la ubicación, topografía, sistemas de drenaje natural y geología del lugar para mostrar la posible ubicación de colectores y PTAN
- Describir la cobertura del servicio dentro del área total que se está planificando e identificar zonas que no podrán ser cubiertas dentro de la planeación.
- El clima, temperatura y lluvia tiene un efecto directo sobre las instalaciones de tratamiento.

## 1.3 procedimientos generales para el desarrollo de planes de alcantarillado

### 3. Definir límites de captación

Se deben de tomar en cuenta:

- la topografía,
- límites administrativos y
- barreras artificiales.
- considerar posibles desarrollos que en el futuro se podrían incorporar a la red y tomar en consideración estos caudales para el diseño de los colectores

### 4. Identificar el desarrollo de alcantarillados

- El bosquejo del desarrollo de alcantarillados
  - la ubicación y el número de conexiones, estimación de población por zona de drenaje, descargas directas, estaciones de bombeo y PTAN existentes, fosas sépticas y letrinas
- Las capacidades de tratamiento se examinarán con factores del diseño como tiempo de retención hidráulica, porcentaje de la carga removida, tiempo de contacto, etc.
- En base a las condiciones de las instalaciones de tratamiento, se estima la carga contaminante para expresar el estado de la contaminación en las aguas residuales domésticas.



## 1.3 procedimientos generales para el desarrollo de planes de alcantarillado

### 5. Identificar perfiles de catastro y desarrollo

- Datos de catastro y de desarrollo territorial son importantes para estimar la población futura, se utilizan para la estimación del caudal futuro de aguas residuales
- Estos datos describen:
  - Uso existente de la tierra y los desarrollos durante el período de planificación de forma cuantitativa y espacial.
  - La dispersión de la población existente en las zonas de captación,
  - los niveles de población futura,
  - las zonas de desarrollo urbano
  - Las áreas industriales y comerciales futuras de acuerdo al plan de desarrollo.

### 6. Estimación de proyecciones sobre el caudal de aguas residuales

Dicha información se utiliza para:

- Verificar la capacidad de las instalaciones de alcantarillado existentes para atender los caudales actuales y futuros del sistema
- Proporcionará claridad en alcance de la rehabilitación, el mejoramiento, o nuevas obras que deberán ser implementados a lo largo de varios intervalos del período de planificación.



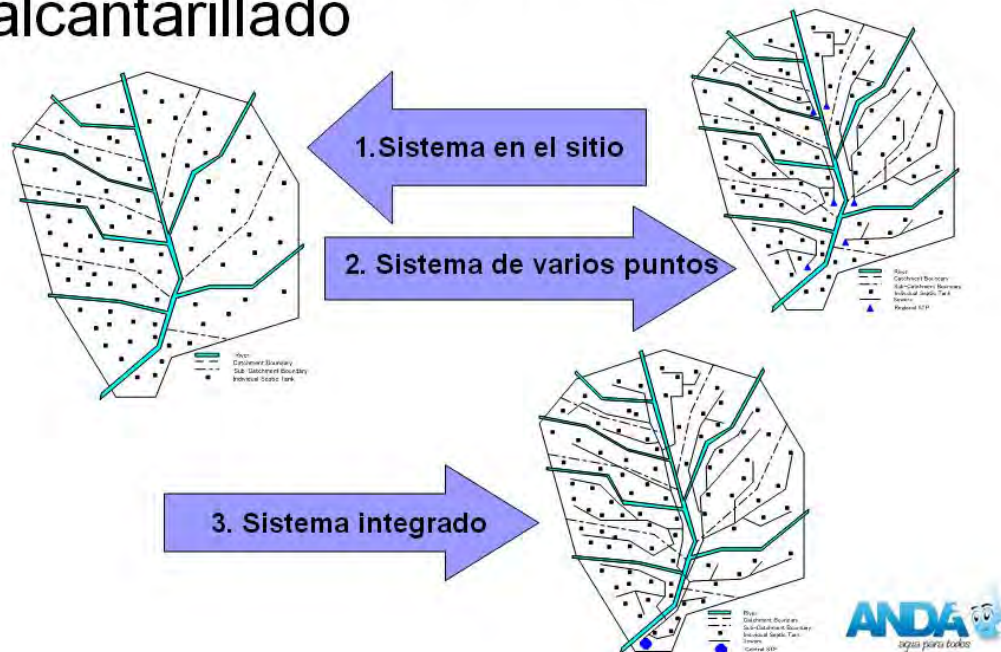
## 1.3 procedimientos generales para el desarrollo de planes de alcantarillado

### 7. Identificando estrategias alternativas para el alcantarillado que aseguren una disposición segura del efluente

- Erradicar el uso de sistemas de tanques sépticos
- Asegurar que las aguas residuales crudas sean conducidas directamente a los colectores y luego a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales con las medidas de protección ambiental adecuadas.
- Eliminar o mejorar las PTAs que sean incapaces de llegar a los estándares aceptables del efluente descargado
- Determinar los tipos de nuevas PTAs que deben ser implementadas para lograr una calidad aceptable del efluente descargado y que pueda ser mantenido en el futuro.
- Verificar la posibilidad de mejorar las PTAs existentes
- El sistema de alcantarillados se desarrolla en base al concepto de trabajar por gravedad, en caso de ser necesario se deberá poner especial atención en las necesidades de implementar estaciones de bombeo intermedias y determinar la disponibilidad de tierras para dicho propósito.
- Determinar la disponibilidad de tierra para implementar PTAs permanentes



## Alternativas de sistemas de alcantarillado



### 1.3 procedimientos generales para el desarrollo de planes de alcantarillado

#### 8. Evaluación

##### técnica/financiera/ambiental

- Antes de llevar a cabo la evaluación limitar el número de alternativas a 3 considerando: disponibilidad de terrenos, menor impacto ambiental, etc.
- Evaluar las alternativas ponderando los criterios y categorizarlos por orden de preferencia.

#### 9. Selección y Optimización de los sistemas de A.S.

- Los esquemas alternativos de alcantarillado por los que se opte, son sujetos a análisis más profundos con el objetivo básico de definir un programa de mejoras por etapas
- La viabilidad económica asociada con la implementación por etapas de las instalaciones requiere una evaluación de los ingresos potenciales que pueden ser generados para pagar los gastos de capital.

## 1.3 procedimientos generales para el desarrollo de planes de alcantarillado

### 10. Dos Planes de captación similares

- No hay soluciones únicas
- El enfoque de cada una se desarrolla sobre conocimiento del sistema existente, desarrollo propuesto y temas pertinentes
- Es indispensable hacer una comparación válida de las alternativas disponibles.
- La opción seleccionada debe ser definida con suficiente detalle para permitir al plan formar la base del diseño sobre los componentes individuales del sistema.

### 11. Base de referencia

- En el desarrollo de los Planes de Desarrollo de Redes de Alcantarillado Sanitario se deberá tomar en consideración los Planes de Desarrollo Urbano, leyes y normas vigentes relacionadas o en su ausencia se deberá recurrir a otros materiales de referencia que cubran criterios de diseño aceptados internacionalmente.
- Además, se deben celebrar discusiones con los beneficiarios del sistema y con las agencias de gobierno y privadas pertinentes para obtener información específica sobre el tema de captación.

## 1.4 Estudio de reconocimiento-información básico

- Topografía y sistema de drenaje natural
- Temperatura y condiciones climáticas
- Administración
- Incidencia de enfermedades hídricas:
- Infraestructura de servicios públicos
- Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado
- Accidentes geográficos y obstáculos artificiales
- Cuerpo receptor
- Ubicación de manantiales y pozos:
- Ubicación de sitios de botadero, letrinas, fosas sépticas y hogares sin servicio para disposición de excretas
- Aguas residuales industriales y agro-industriales
- Catastro y Planes de desarrollo territorial
- Planificación de alcantarillados y sistema de alcantarillado existente
- Leyes relacionadas

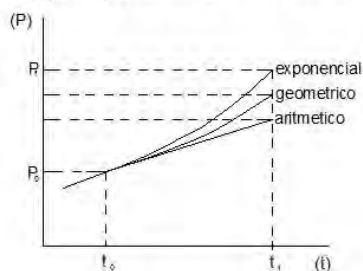


## 1.5 Población de diseño

- Un dato importante para partir con el diseño de una red de alcantarillado sanitario, es la población de diseño. Se pueden tener dos casos:
  - el primero en el cual la población corresponde a un proyecto urbanístico de vivienda, en el cual la población se puede considerar constante a lo largo del tiempo, y
  - el segundo caso en el cual la población tendrá variación a lo largo del tiempo, como es el caso de las ciudades.

## 1.5 Población de diseño

- Proyección basada en el crecimiento aritmético (lineal) de la población
- Proyección basada en el crecimiento geométrico de la población
- Proyección basada en el crecimiento exponencial de la



### Método en base a la densidad poblacional

- Considera la relación que existe entre los individuos y el área que habitan, expresándose la densidad en habitantes por unidad de área.

**VENTAJA** tomando en cuenta la población del área de drenaje, se podrán obtener datos de caudal más acordes a la demanda del servicio, lo cual implica que se tendrán diámetros de tuberías de acuerdo a la demanda.

**DESVENTAJA** es el cambio en las preferencias de las personas, lo cual puede incidir grandemente en la densidad poblacional.

## 1.6 Caudal de aguas residuales

- El caudal de aguas residuales es estimado en base al consumo de agua de las residencias, del área comercial, industrial, e infiltración de aguas subterráneas y aguas lluvias.

## 1.6 Caudal de aguas residuales

- Consumo de agua
  - Cada persona tiene costumbres diferentes en cuanto al uso o consumo de agua. El consumo de agua de cada persona está influenciado por una serie de factores de tipo social, económico y de disponibilidad de agua.
  - De acuerdo a estudios estadísticos realizados, se estima que el consumo per cápita de agua puede variar entre 80 y 350 litros al día

## 1.6 Caudal de aguas residuales

### ■ Calculo del caudal de aguas negras

$$Q_{an} = 0.8 \left( \frac{PD}{86400} \right) \text{ en l/s}$$

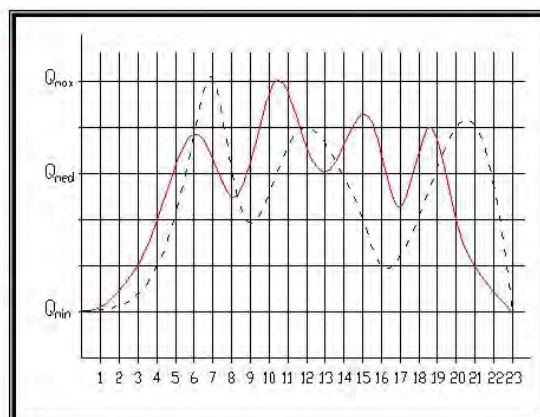
**Q<sub>an</sub>** = caudal promedio de aguas residuales  
**P** = población en habitantes  
**D** = dotación en l/hab/d  
**Q<sub>i</sub>** = caudal de infiltración en l/s

En los casos en los cuales se cuente con una red de agua potable existente, se recomienda se determinen las dotaciones de agua potable por uso, con el objeto de contar con una buena aproximación del caudal de aguas residuales.

## 1.6 Caudal de aguas residuales

### Variación de caudales de aguas residuales

La demanda de agua tiene variaciones debido a los usos que se da al agua, teniéndose caudales máximos, medios y mínimos durante el transcurso del día. En redes existentes, los momentos en los cuales se dan los consumos máximos y mínimos dependerán de las condiciones de la localidad.



## 1.6 Caudal de aguas residuales

### CAUDALES PICO

- Caudal máximo diario

$$Q_{daily\ max} = 0.8K_1\left(\frac{PD}{86400}\right) + Q_i$$

- Caudal máximo horario

$$Q_{hourly\ max} = 0.8K_2\left(\frac{PD}{86400}\right) + Q_i$$

- Caudal mínimo horario

$$Q_{hourly\ min} = 0.8K_3\left(\frac{PD}{86400}\right) + Q_i$$

## 1.6 Caudal de aguas residuales

$$Q_{av} = 0.8\frac{A_d p_p D}{86400} + Q_i$$

Donde :

$Q_{av}$  = caudal medio de aguas residuales en l/s

$A_d$  = área de drenaje en Ha

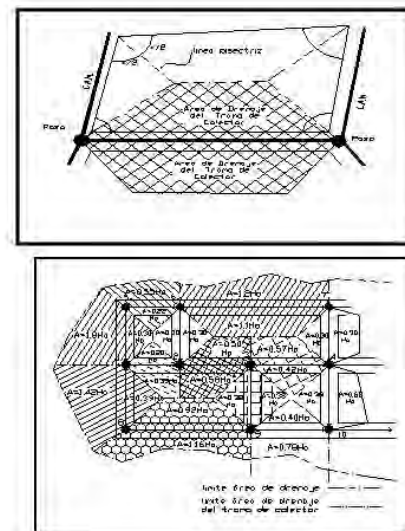
$p_p$  = densidad poblacional en h/Ha

$D$  = dotación media en l/h.d

$Q_i$  = caudal de infiltración en l/s

## 1.6 Caudal de aguas residuales

- La delimitación del área de drenaje para un colector, se realiza trazado las bisectrices de los ángulos del bloque y uniendo mediante una línea las intercepciones de estas.
- El agua residual que transportará cada tramo de colector, será el agua residual producida en el área de drenaje del colector, más el aporte de otros tramos de colector que descargan en el tramo analizado



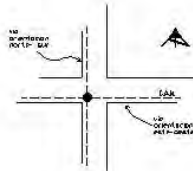
## 1.7 Planificación de colectores

- Conectar todas las aguas residuales a un solo sistema de alcantarillado.
- En caso se tengan dos o más zonas de drenaje, se deberá tratar de concentrar los caudales en un solo colector interceptor
- Delimitar el área de drenaje de cada colector.
- El sistema deberá proyectarse para que funcione por gravedad.
- Los colectores primarios se deberán colocar en parte más baja de la zona de drenaje,
- Considerar un eventual desarrollo a fin de que los colectores puedan conducir o expandirse sin dificultad
- Contar con datos de la red existente para considerarlos dentro del proyecto
- Considerar los aportes de aguas residuales de los sectores industrial, comercial y servicios,
- Para el caso de aguas industriales, la calidad del agua que se descargue deberá cumplir con la norma de calidad
- Proyectar los colectores en vías públicas
- La tubería deberá colocarse al costado sur y poniente de las vías de tráfico
- Con el objeto de minimizar la excavación, se recomienda que el alineamiento del colector se proyecte de acuerdo a la pendiente natural del terreno
- El tirante máximo del agua dentro del colector deberá ser menor que el 80% del diámetro de la tubería

## 1.7 Planificación de colectores

### Tipo de sistema y trazado de la red

- La red de alcantarillado se deberá concebir totalmente separado del sistema de aguas lluvias.
- El trazo de la red será de tipo ortogonal y deberá proyectarse para aprovechar en forma óptima la topografía del terreno, esto con el objeto de evitar el uso de estaciones de bombeo de aguas negras.



### Separación de los sistemas

- Con el objeto de evitar la contaminación de los sistemas de acueducto, los colectores deberán de proyectarse en el costado opuesto de la red de agua potable.
- En los puntos en que se tenga un cruce entre los sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario, se deberá de proyectar el colector de forma tal que se ubique bajo la red de distribución con una separación mínima libre de 20cm. En el caso del sistema de aguas lluvias, esta separación podrá de ser de 15cm como mínimo

## 1.8 Planificación de estaciones de bombeo

- Se debe planificar una estación de bombeo en base al caudal pico horario.
- Deben ser planificadas en un área en donde el caudal de aguas residuales no puede ser incorporado a los colectores por gravedad debido a la topografía.
- Ubicación y altura de bombeo de las estaciones de bombeo debe ser planeado en base a una evaluación económica del proyecto de alcantarillados total incluyendo colectores y plantas de tratamiento, además de la evaluación ambiental.
- La estación de bombeo debe considerar el contar con áreas para menguar malos olores, ruidos y vibraciones.
- Los tipos de estaciones de bombeo deben ser seleccionados en base a evaluaciones económicas y de operación y mantenimiento, y las características de las aguas residuales tales como el caudal y el volumen de arenas en ellas.
- Deberá contar con una estructura contra rebose para casos en los cuales no sea posible la operación o se sobrepase la capacidad.
- Se recomienda la instalación de generadores eléctricos.

## 1.9 Planificación de plantas de tratamiento de aguas residuales

- Deben ser planificadas en base al caudal máximo diario.
- El proceso de tratamiento de deberá cumplir con los estándares de efluente estipulados
- Los procesos de la planta deben ser planeados económicamente en base a la calidad del efluente, área del terreno, disponibilidad técnica y facilidad de operación y mantenimiento
- ubicadas cerca de una corriente de agua adecuada capaz de recibir y asimilar el efluente
- Las plantas deben ser ubicadas lo más lejos posible de edificaciones habitables para minimizar las molestias de los alrededores.
- El terreno de la planta debe considerar áreas para menguar malos olores, ruidos y vibraciones.
- Deben ubicarse en los puntos más bajos de la cuenca de captación de aguas residuales
- Se deberá planificar de forma tal que se haga uso de la topografía del terreno para disminuir el uso de equipos de bombeo.
- Las plantas no deben ubicarse en un área que resulte con problemas de operación a largo plazo o un rápido deterioro de los bienes.
- Las plantas deben tener vías de acceso adecuada

## 1.10 Estudios alternativos

- El primer estudio alternativo, comprende la disposición de las aguas residuales **en el sitio**, mediante el uso de fosas sépticas en el área de planificación.
- El segundo estudio alternativo es **un sistema centralizado** en el cual todas las aguas residuales son tratadas en una sola planta de tratamiento dentro del área de planificación.
- En tercer estudio alternativo, es un **sistema de varios puntos** en el que el área de planificación se divide en zonas de captación y cada zona tiene su propia planta de tratamiento.
- El cuarto estudio alternativo es un **sistema de integración a un área adjunta**, en el cual las aguas residuales producidas en el área de planificación se recolectan y se envían a un área vecina en donde hay red de alcantarillado y cuenta con una planta de tratamiento.

## 1.11 Evaluación

- **Factores técnicos**
  - Facilidad de operación y mantenimiento:
  - Calidad del efluente
  - Flexibilidad del plan para adaptarlo a nuevas condiciones
  - Disponibilidad de terrenos para el desarrollo del plan
- **Factores económicos y sociales:**
  - hacer una comparación entre los costos y los beneficios Beneficio sociales
  - Aceptación ambiental del plan
  - Mejoramiento de la calidad de vida
  - Reducción de la incidencia de tasas de morbilidad y mortalidad
  - Generación de empleo
- **Factores Financieros**
  - Costos de operación y mantenimiento
  - Costos de inversión inicial y flujo de inversión para la ejecución del plan
  - Costos unitario de tratamiento
  - Costo unitario de expansión de la red
- **Factores Ambientales:**
  - Punto de descarga
  - Calidad del cuerpo receptor
  - Reuso del recurso agua
  - Riesgo y amenazas naturales

## Análisis Multi Criterios

- Un cuadro de puntaje típico para representar un análisis multi-criterios, se presenta en la tabla a continuación.
- El primer factor de evaluación necesita ser ponderado para reflejar su importancia relativa. El puntaje de ponderación se presenta en términos de importancia para cada factor en la evaluación. Una alta ponderación se presenta en factores de mayor importancia. El puntaje de la ponderación debe ser marcado en cada factor del cual la sumatoria de puntajes da como resultado 10.

Factor de evaluación	Ponderación
Factores técnicos	3
Factores económicos y social	2
Factores financiero	3
Factores ambientales	2
<b>Total</b>	<b>10</b>

Tabla Ejemplo de ponderación

Factor de evaluación	Ponderación	alternativa X		alternativa Y	
		Puntos	Puntaje	Puntos	Puntaje
Factores técnico	3	9	27	9	27
Factores económicos y sociales	2	7	14	7	14
Factor financiero	3	7	21	3	9
Factores ambientales	2	5	10	5	10
<b>Total</b>			<b>72</b>		<b>60</b>



## 1.11 Plan de implementación

- La opción más adecuada se selecciona considerando factores financieros y no financieros, sin embargo debe ser examinada en más detalle para identificar ventajas y desventajas y optimizarla.
- Esto se realiza en las etapas de conceptualización y diseño detallado del borrador del plan
- Una evaluación preliminar en base a información recolectada en la etapa de p
- lanificación, resulta beneficiosa. El aspecto más importante a analizar es la implementación de los trabajos por etapas, que presenta el tiempo en el que los alcantarillados y unidades de tratamiento deben ser construidos

### Ejemplo de programa de implementación

Actividad	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	Stage 1				Stage 2				Stage 3				Stage 4										
<b>Cuentas</b>																							
Principal A	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Principal B																							
<b>Bombas</b>																							
Estación de bombas A	■	■	■	■	■																		
Estación de bombas B																							
Estación de bombas C																							
<b>Planta de tratamiento</b>																							
Implementación 1er sistema, 10,000 m <sup>3</sup> /d	■	■	■	■	■																		
Implementación 2do sistema, 10,000 m <sup>3</sup> /d																							
Implementación 3er sistema, 10,000 m <sup>3</sup> /d																							
Implementación 4to sistema, 10,000 m <sup>3</sup> /d																							

## Implementación

- Además, en la etapa de implementación el diseño del plan de inversión es de gran importancia. Si se elabora un plan de inversión por etapas, los egresos (gastos de capital y costos de O/M en el sistema de alcantarillado) y los ingresos (de existir un sistema tarifario para alcantarillado) se calculan por año. En base a los ingresos y egresos, se elabora el plan financiero a presentar, el que deberá incluir:
  - Identificación de fuentes para recaudar capital para la instalación del sistema y fondos para amortizar préstamos de ser necesario
  - métodos para aumentar ingresos para llegar a los egresos anuales de la disposición de aguas residuales, incluyendo la determinación de tarifas.
  - la formación y el uso de fondos de reserva y contingencia
  - contabilidad relacionada con ingresos y egresos
  - sueldos, salarios, existencias en bodega y costos

## Implementación

- Las siguientes fuentes para aumentar capital pudieran ser consideradas:
  - fondos del gobierno central,
  - Cooperación no reembolsable de países y agencias
  - Recursos propios, lo cual significa invertir los fondos de superávit de la autoridad misma, lo cual resulta lo más económico ya que la tasa de interés sería la más baja, y
  - préstamos externos de
    - Gobiernos con términos de pago estipulados
    - Préstamos de mercado abierto a través de fianzas
    - Asistencia bilateral
    - Agencias internacionales tales como el Banco Mundial, Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID)

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados



## LEGISLACION RELACIONADA PARA EL MANUAL DE PLANIFICACION Y DISEÑO DE ALCANTARILLADO.

OCTUBRE 2009

[anda.gob.sv](http://anda.gob.sv)

### LEGISLACION

- I) LEY DE ANDA
- II) NORMA TECNICA DE ANDA.- NORMA PARA REGULAR CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL DESCARGADAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO
- III) CÓDIGO DE SALUD
- IV) NSO 13.49.01:09 AGUA. AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR.
- V) LEY DE MEDIO AMBIENTE
- VI) REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE MEDIO AMBIENTE.-Decreto N° 17
- VII) CRITERIOS DE CATEGORIZACION
- VIII) REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES

[anda.gob.sv](http://anda.gob.sv)

## LEGISLACION

- IX) REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL.. DECRETO EJECUTIVO NO.40
- X) DECRETO EJECUTIVO NO. 50
- XI) LEY DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN
- XII) CÓDIGO PENAL DE LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR
- XIII) GUIA TECNICA SANITARIA PARA LA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO INDIVIDUALES DE AGUAS NEGRAS Y GRISES (MSPAS)
- XIV) LEY DE RIEGO Y AVENAMIENTO.
- XV) OTRAS

anda.gob.sv

## INTRODUCCION

Para la planificación y diseño del Alcantarillado de la ANDA de las aguas residuales de tipo ordinario y/o especial, existe legislación (leyes, reglamentos, normas y procedimientos) para el control, seguimiento y cumplimiento que se le debe dar a los tratamientos que se realicen previos a la descarga de un cuerpo receptor.

Por ello se hace necesario del conocimiento de la legislación que se utiliza en nuestro medio, correspondiente al Alcantarillado:

anda.gob.sv

## I) LEY DE ANDA

ANDA se crea en 1961 con el objeto de proveer y ayudar a proveer a los habitantes sistemas de abastecimiento, obras, instalaciones y servicios para proveer agua potable (Art. Ley ANDA). ANDA opera mayoritariamente el Subsector de Agua Potable y Alcantarillado, es la principal responsable de brindar cobertura al Área Metropolitana de San Salvador, ciudades intermedias y pequeñas del país y acueductos rurales.

ANDA gozará de preferencia, para el uso o aprovechamiento de cualquier cuerpo de agua u otros bienes de propiedad nacional o privada, que sean considerados necesarios al abastecimiento de aguas de descarga de alcantarillados sanitarios, sobre cualquier derecho que con las mismas finalidades tuvieren o alegaren personas naturales o jurídicas, organismos oficiales o semioficiales. (Art. 70). Con esta norma se justifica aún más las acciones de expropiación a que puede echar mano la ANDA.

anda.gob.sv

## II) NORMA TECNICA DE ANDA.- NORMA PARA REGULAR CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL DESCARGADAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO

Esta tiene por objeto regular las descargas de aguas residuales para proteger los sistemas de alcantarillado sanitario y evitar las interferencias con los tratamientos biológicos.

Las disposiciones de esta norma serán aplicables a todas las descargas de los efluentes líquidos de actividades comerciales, industriales, agroindustriales, hospitalarias o de cualquier otro tipo que afecten o pudiesen afectar directamente a los sistemas de alcantarillado sanitario, en propiedad o administrados por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA.

anda.gob.sv

## PARÁMETROS

Los niveles máximos permisibles de los parámetros de ésta Norma deberán ser alcanzados por medio de los tratamientos respectivos o adecuación de procesos. Para alcanzar dichos niveles no será permitida descargas de:

- Materias sólidas y líquidas, que por si solas o por interacción con otras.
- Líquidos explosivos o inflamables.
- Líquidos volátiles, gases y vapores inflamables o tóxicos.
- Materias que como consecuencia de procesos y reacciones que puedan llevarse a cabo dentro de la red, manifiesten alguna propiedad corrosiva o incrustante.

anda.gob.sv

• Sustancias químicas tales como plaguicidas y productos farmacéuticos no regulados en ésta Norma.

• Elementos o sustancias radioactivas en cantidades y concentraciones que infrinjan las reglamentaciones establecidas al respecto por las autoridades competentes.

• Los sedimentos, lodos y/o sustancias sólidas provenientes de los sistemas de tratamiento de efluentes líquidos no podrán disponerse en sistemas de recolección de aguas residuales para su disposición final.

• Descargas de aguas lluvias al Sistema de Alcantarillado Sanitario.

• Las descargas al alcantarillado en cualquier punto sin autorización.

anda.gob.sv

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	mg/l	150
Aluminio (Al)	mg/l	10
Arsénico (As)	mg/l	1.0
Boro (B)	mg/l	3
Cadmio (Cd)	mg/l	1
Cianuro Total (CN)	mg/l	1
Cinc (Zn)	mg/l	5
Cobalto (Co)	mg/l	0.5
Cobre (Cu)	mg/l	3
Color Real*		
Compuestos fenólicos	mg/l	5
Cromo hexavalente (Cr <sup>+6</sup> )	mg/l	0.5
Cromo total (Cr)	mg/l	3
DBO <sub>5</sub>	mg/l	400
Detergentes (SAAM)	mg/l	35
DQO	mg/l	1000
Fluoruros (F)	mg/l	6
Fósforo Total (P)	mg/l	45
Herbicidas totales	mg/l	0.1
Hidrocarburos	mg/l	20
Hierro total (Fe)	mg/l	20
Manganeso total (Mn)	mg/l	4
Materiales Flotantes	mg/l	Ausentes
Mercurio (Hg)	mg/l	0.02
Molibdeno (Mo)	mg/l	4
Níquel (Ni)	mg/l	4
Nitrógeno Total (N)	mg/l	100

anda.gob.sv

Organoclorados	mg/l	0.05
Organo fosforados y Carbamatos	mg/l	0.25
PH	mg/l	5.5-9.0
Plata (Ag)	mg/l	3
Plomo (Pb)	mg/l	1.0
Selenio (Se)	mg/l	0.15
Sólidos sedimentables	ml/l	20
Sólidos suspendidos totales	mg/l	450
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	mg/l	2000
Sustancia radioactivas	-	Ausente
Temperatura	°C	20-35
Vanadio (V)	mg/l	5

anda.gob.sv

## ANÁLISIS A REALIZAR

### Análisis básicos:

Se deberá determinar a toda descarga de tipo industrial los valores de los siguientes parámetros:

- DBO5
- DQO
- pH \*
- Aceites y Grasas
- Sólidos Sedimentables
- Sólidos Suspendidos Totales
- Temperatura \*

\* Deberán ser determinados in situ

anda.gob.sv

## III) CODIGO DE SALUD.

Art. 56.- El Ministerio, por medio de los organismos regionales, departamentales y locales de salud, desarrollará programas de saneamiento ambiental, encaminados a lograr para las comunidades;

- a) El abastecimiento de agua potable;
- b) La disposición adecuada de excretas y aguas servidas;
- c) La eliminación de basuras y otros desechos;
- ch) La eliminación y control de insectos vectores, roedores y otros animales dañinos;
- d) La higiene de los alimentos;
- e) El saneamiento y buena calidad de la vivienda y de las construcciones en general;
- f) El saneamiento de los lugares públicos y de recreación
- g) La higiene y seguridad en el trabajo;
- h) La eliminación y control de contaminaciones del agua de consumo, del suelo y del aire;
- i) La eliminación y control de otros riesgos ambientales.

anda.gob.sv



Art. 57.- El Ministerio por medio de sus organismos tendrá facultades de intervención y control en todo lo que atañe a las actividades de saneamiento y obras de ingeniería sanitaria.

El código de Salud prohíbe en su art. 67 la descarga de aguas negras y servidas en acequias, quebradas, barrancos, ríos, lagos, esteros y cualquier depósito o corriente de agua que se utilice para uso público.

De igual forma en su art. 69 prohíbe descarga de aguas servidas y negras en las vías públicas, parques, predios públicos y privados y en lugares no autorizados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)

anda.gob.sv

#### **IV) NSO 13.49.01:09 AGUA. AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR.**

Esta norma establece las características y valores físico-químicos, microbiológicos y radiactivos permisibles que debe presentar el agua residual para proteger y rescatar los cuerpos receptores.

La norma se aplica en todo el país desde el once de Septiembre del año dos mil nueve, para la descarga de aguas residuales vertidas a cuerpos de agua receptores superficiales. Deberá observarse el cumplimiento de los valores permisibles establecidos en esta norma, de forma que no se causen efectos negativos en el cuerpo receptor, tales como color, olor, turbiedad, radiactividad, explosividad y otros. El aprovechamiento del suelo como elemento para el reuso o tratamiento de las aguas residuales queda sujeto a lo establecido en el Reglamento Especial de Aguas Residuales, los respectivos permisos ambientales emitidos y la norma de Reuso de Aguas Residuales que se adopte.

anda.gob.sv

## Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor

ACTIVIDAD	DQO (mg/l)	DBO <sub>5,20</sub> (mg/l)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Sólidos Suspendedos Totales (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO	150	60	1	60	20

REQUISITOS: los niveles máximos permisibles de los parámetros de esta norma deberán ser alcanzados por medio de los tratamientos respectivos.

anda.gob.sv

## V) LEY DE MEDIO AMBIENTE

La Ley del Medio Ambiente, fue creada con el objeto de velar por la protección, conservación y recuperación del medio ambiente y garantizar una mejor calidad de vida, para las presentes y futuras generaciones.

La supervisión de la calidad y cantidad de agua es responsabilidad del MARN (Ley Medio Ambiente, Art. 49), para ello deberá crear un reglamento que contenga las normas técnicas para tal efecto, garantizando la disponibilidad, cantidad y calidad del agua para el consumo humano y otros usos, así como la participación de los usuarios.

Art. 16.- El proceso de Evaluación ambiental tiene los siguientes instrumentos:

- a) Evaluación Ambiental Estratégica;
- b) Evaluación de Impacto Ambiental;
- c) Programa Ambiental;
- d) Permiso Ambiental;
- e) Diagnóstico Ambientales;
- f) Auditorías Ambientales; y
- g) Consulta Pública.

anda.gob.sv

### Evaluación Ambiental Estratégica

Art. 17.- las políticas, planes y programas de la administración pública, deberán ser evaluadas en sus efectos ambientales, seleccionando la alternativa de menor impacto negativo, así como a un análisis de consistencia con la Política Nacional de Gestión del Medio Ambiente. Cada ente o institución hará sus propias evaluaciones ambientales estratégicas. El Ministerio emitirá las directrices para las evaluaciones, aprobará y supervisará el cumplimiento de las recomendaciones.

### Evaluación del Impacto Ambiental

Art. 18.- es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos q tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometán desde la fase de preinversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que les prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente

anda.gob.sv

Art. 23.- El estudio de impacto ambiental (EslA) se realizará por cuenta del titular, por medio de un equipo técnico multidisciplinario.

Art. 27.- Para asegurar el cumplimiento de las condiciones, fijadas en el permiso ambiental, por el titular de obras o proyectos, el Ministerio, realizará auditorías de evaluación ambiental de acuerdo a los siguientes requisitos:

- a) Las auditorías se realizarán periódicamente o aleatoria, en la forma que establezca el reglamento de la presente ley;
- b) El Ministerio, se basará en dichas auditorías para establecer las obligaciones que deberá cumplir el titular o propietario de la obra o proyecto en relación al permiso ambiental; y
- c) La auditoría de evaluación ambiental constituirá la base para los programas de autorregulación para las actividades, obras o proyectos, que se acojan a dicho programa

anda.gob.sv

## Diagnósticos Ambientales

Art. 107. - Los titulares de actividades, obras o proyectos públicos o privados, que se encuentren funcionando al entrar en vigencia la presente ley, que conforme al Art. 20 de la misma deban someterse a evaluación de impacto ambiental, están obligados a elaborar un diagnóstico ambiental en un plazo máximo de dos años y presentarlo al Ministerio para su aprobación. El Ministerio podrá establecer plazos menores hasta por un año en los casos de actividades, obras o proyectos en operación que generen productos peligrosos o usen procesos peligrosos o generen emisiones altamente contaminantes.

Al diagnóstico deberá acompañarse su correspondiente programa de adecuación ambiental como requisito para el otorgamiento del permiso respectivo; deberá contener los tipos y niveles de contaminación e impactos ambientales de la actividad, obra o proyecto en ejecución.

El contenido, alcance y los procedimientos para su elaboración serán establecidos en el reglamento de la presente ley.

anda.gob.sv

## VI) Reglamento General de La Ley del Medio Ambiente.- Decreto N° 17

Desarrolla las normas y preceptos contenidos en la Ley de Medio Ambiental

- De las Unidades Ambientales y sus funciones.
- Del contenido de los Estudios de Impacto Ambiental (EslA.)
- Permiso Ambiental
- Fianza Ambiental
- Procedimientos Sancionatorios.
- De las Normas de Aguas Residuales.

### Determinación de procedencia del EslA

Art. 22.- El Ministerio, a través del análisis de la información presentada por el titular en el Formulario Ambiental y de la Inspección al sitio de Ubicación del proyecto, y tomando en cuenta la envergadura y naturaleza de impacto potencial, en un plazo máximo de veinte días hábiles a partir de su recepción, determinará si procede o no la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental; en caso negativo, se otorgará el Permiso Ambiental; si fuere afirmativo, el Ministerio proporcionará los lineamientos para los Términos de Referencia para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental

anda.gob.sv

## VII) CRITERIOS DE CATEGORIZACION

La categorización de las actividades, obras o proyectos que, conforme al Art. 21 de la Ley del Medio Ambiente, requieren presentar un Estudio de Impacto Ambiental y de acuerdo a la misma, deben ser sometidos a la Evaluación Ambiental, entendida como el proceso o conjunto de procedimientos, que permite al Estado, en base a un Estudio de Impacto Ambiental, evaluar los impactos ambientales que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar sobre el ambiente, así como asegurar la ejecución y seguimiento de las medidas ambientales que puedan prevenir, eliminar, corregir, atender, compensar o potenciar, según sea el caso, dichos impactos ambientales.

anda.gob.sv

### A. Estructura de la Categorización

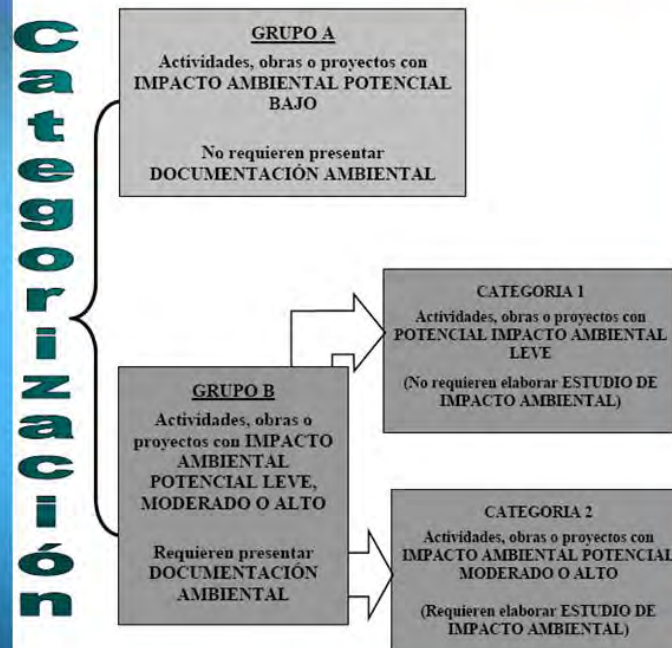


Fig. 1. Esquemización de la Estructura de la Categorización

anda.gob.sv

## GRUPO A: ACTIVIDADES, OBRAS O PROYECTOS CON IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL BAJO, QUE NO REQUIEREN LA PRESENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL.

En este Grupo se establecen aquellas actividades, obras o proyectos cuyos impactos ambientales potenciales a ser generados en los componentes del medio receptor (suelo, aire y agua) y a la salud de la población o bienestar humano, se prevé serán bajos, es decir, aquellos cuyos impactos potenciales en el medio, sean simples e inmediatos, por tanto "No Requieren presentar documentación Ambiental".

Los impactos ambientales potenciales bajos a que se refiere este Grupo, se fundamentan en los criterios siguientes:

anda.gob.sv

Admini

Grupo A: Actividades, obras o proyectos de agua y saneamiento	
1.	Construcción de cisternas y tanques de almacenamiento para abastecimiento de agua potable que no incluyan extracción de nuevas fuentes de abastecimiento, no se localicen en áreas frágiles o zonas de protección de drenajes naturales
2.	Limpieza y reparación de pozos, captaciones, tanques, cisternas, líneas de impelencia, líneas aductoras y redes de distribución
3.	Sustitución de infraestructura de acueducto: líneas de impelencia, líneas aductoras y redes de distribución
4.	Ampliación de redes de distribución de acueducto y acometidas domiciliarias, que no incluyan nuevas fuentes de abastecimiento
5.	Reparación de infraestructura de alcantarillado sanitario
6.	Reparación de plantas de tratamiento existentes
7.	Cambio o instalación de infraestructura de alcantarillado: redes, colectores, pozos de visita
8.	Instalación de redes, colectores y pozos de visita para conexión a sistemas de alcantarillado existente
9.	Construcción y reparación de casetas para paneles de control y/o equipos de desinfección, instalaciones electromecánicas de sistemas de abastecimiento de agua o de plantas de tratamiento, resguardo de operadores y cercas perimetrales
10.	Trabajos de emergencia y mitigación: Reparación de taludes, de tanques, bocatomas, líneas de impelencia y colectores colapsados, previa declaración de emergencia por parte del ente competente, considerando que de no ejecutarse las mismas, podrían repercutir en peligro el desabastecimiento de agua a poblaciones enteras, contaminación y enfermedades por fugas de aguas negras, accidentes viales, deslaves u otras consecuencias graves a la infraestructura y aún más, a vidas humanas.

anda.gob.sv

**Grupo B, Categoría 1: ACTIVIDADES, OBRAS O PROYECTOS CON IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL LEVE. NO REQUIEREN ELABORAR ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

La Categoría 1 del Grupo B, corresponde a las actividades, obras o proyectos, cuyos impactos ambientales potenciales son leves, en cuyo caso el Ministerio emitirá Resolución de que no se requiere la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, a través del Formulario Ambiental debidamente completado y la información anexa que con él se solicite.

Los criterios técnicos para la evaluación de estas actividades, obras o proyectos, son: ubicación y acceso a la fuente, tipo de fuente de agua a utilizar, tipo de sistema de abastecimiento, población a ser abastecida, demanda prevista (actual y futura), profundidad del agua subterránea, tipo de sistema de saneamiento, con uno de ellos que no cumpla, pasará a la siguiente categoría de este grupo.

anda.gob.sv

**Grupo B, Categoría 2: ACTIVIDADES, OBRAS O PROYECTOS CON IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL MODERADO O ALTO. REQUIEREN ELABORAR ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

Las actividades, obras o proyectos incluidos en esta Categoría, deberán presentar un Estudio de Impacto Ambiental. El Ministerio emitirá una Resolución determinando que se requiere de la elaboración de dicho documento, para lo cual se anexarán los Términos de Referencia correspondientes. De esta Resolución, el titular de la actividad, obra o proyecto, podrá interponer el Recurso de Revisión de acuerdo al Art. 97 de la Ley del Medio Ambiente.

anda.gob.sv

Criterios	Grupo B	
	Categoría 1	Categoría 2
Ubicación y acceso a la fuente	Fuera de Areas Naturales Protegidas, sus zonas de amortiguamiento o áreas de recarga acuífera y no requiera la apertura de accesos	Dentro o fuera de Areas Naturales Protegidas, sus zonas de amortiguamiento o áreas de recarga acuífera y requiera la apertura de accesos
Fuente de agua a utilizar	Pozo o manantial que utilizara hasta el 40% de su disponibilidad en época de estiaje.	Manantial que utilizará más del 40% del caudal en época de estiaje, río, lago, laguna o pozo
Tipo de sistema de abastecimiento	Gravedad o por bombeo	Gravedad o por bombeo
Población a ser abastecida	Hasta 600 personas	Mayor de 600 personas
Demanda en GPM	Hasta 14 gpm*	Más de 14 gpm*
Profundidad del nivel freático	Profundidad mayor a 10.0 metros	Profundidad menor a 10.0 metros
Sistema de saneamiento	Letrización** y tratamiento de aguas grises o fosa séptica***	Fosa séptica o alcantarillado con sistema de tratamiento de aguas residuales***
Cantidad y calidad del recurso hídrico de la fuente a utilizar	Estudios técnicos que demuestren la disponibilidad del recurso a usar (Aforo o estudio hidrogeológico)	

\* Se estima una dotación mínima de 125 litros/persona/día  
 \*\* Sistema sanitario unifamiliar para la disposición de excretas sin arrastre de agua  
 \*\*\* Sistema sanitario unifamiliar para la disposición de excretas y aguas grises con arrastre de agua

### VIII) REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES DECRETO N° 39

Art. 1.- El presente Reglamento tiene por objeto velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenibles del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación.

Art. 2.- Las disposiciones del presente Reglamento serán aplicables en todo el territorio nacional, independientemente de la procedencia y destino de las aguas residuales; sin perjuicio de las normas contenidas en la Ley del Medio Ambiente, en lo sucesivo la Ley, y sus demás reglamentos.

Art. 5.- En cumplimiento de lo estipulado en los Arts. 107, 108 y 109 de la Ley, los titulares de las obras, proyectos o actividades correspondientes deberán considerar en sus Programas de Adecuación Ambiental, la aplicación gradual de las medidas de atenuación o compensación para el impacto negativo ocasionado por aquellas sobre el recurso hídrico.

Art. 6.- En base al Art. 27 de la Ley, el Ministerio realizará las auditorías en la forma en que considere necesarias en las obras, instalaciones y aprovechamientos de aguas residuales, que se identifiquen en el proceso de evaluación ambiental como medidas de prevención, atenuación o corrección de la contaminación de las aguas.



## TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Art. 7.- Toda persona natural o jurídica, pública o privada, titular de una obra, proyecto o actividad responsable de producir o administrar aguas residuales y de su vertido en un medio receptor, en lo sucesivo denominada el titular, deberá instalar y operar sistemas de tratamiento para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones de la legislación pertinente y este Reglamento.

Art. 8.- En cuanto a la disposición de lodos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipos ordinario y especial, estará sujeta a lo dispuesto en el Programa de Manejo o Adecuación Ambiental correspondiente y a la legislación pertinente.

Art. 9.- Los titulares deben elaborar y presentar al Ministerio informes operacionales de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y de las condiciones de sus vertidos, que reflejen la frecuencia del muestreo, conforme a lo estipulado en los Arts. 16, 19 y 25 de este Reglamento. El resumen anual formará parte del informe anual de resultado de la aplicación de los Programas de Manejo Ambiental o de Adecuación Ambiental.

anda.gob.sv

Art. 10.- Los informes operacionales periódicos deberán contener como requisitos mínimos la siguiente información:

- a) Registro de Aforos;
- b) Registro de análisis de laboratorio efectuados por el titular y los efectuados por laboratorios acreditados, según la legislación pertinente;
- c) Registro de daños a la infraestructura, causados por situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y funcionamiento del sistema;
- d) Situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y el funcionamiento del sistema que originen descargas de aguas residuales con niveles de contaminantes que contravengan los límites permitidos por las normas técnicas respectivas;
- e) Evaluación del estado actual del sistema, y
- f) Acciones correctivas y de control

anda.gob.sv

## Análisis Obligatorio

Art. 11.- En base al Art. 23, de la Ley y con el fin de que los análisis incluidos en los informes requeridos en el Permiso Ambiental sean válidos, deberán provenir de laboratorios legalmente acreditados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en lo sucesivo CONACYT. Tales laboratorios son aquellos con los que se puede demostrar que la caracterización del vertido cumple con las normas técnicas de calidad ambiental establecidas.

Art. 12.- En la evaluación de la calidad de las aguas residuales se incluirá el análisis de las características físico - químicas y microbiológicas, de conformidad con las normas técnicas de calidad de aguas residuales.

Art. 13.- Durante el análisis de las características físico - químicas y microbiológicas de las aguas residuales de tipo ordinario deberán ser determinados, esencialmente, los valores de los siguientes componentes:

- a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sup>5</sup>);
- b) Potencial hidrógeno (pH);
- c) Grasas y aceites (G y A);

anda.gob.sv

- d) Sólidos sedimentables (SSed);
- e) Sólidos suspendidos totales (SST);
- f) Coliformes totales (CT), y
- g) Cloruros (Cl<sup>-</sup>).

Art. 14.- Los análisis de coliformes fecales serán obligatorios cuando:

- a) Las aguas residuales fueren vertidas en medios receptores de agua utilizados para actividades recreativas de contacto primario, acuicultura o pesca; b) Se originen en hospitales, centros de salud, laboratorios microbiológicos, y c) En los casos del Permiso Ambiental.

Art. 17.- Las frecuencias de muestreo y análisis establecidas en este Reglamento son las mínimas requeridas para la elaboración y presentación de los informes operacionales. Su aplicación se limita a las aguas residuales vertidas en cualquier medio receptor.

anda.gob.sv

Art. 18.- La frecuencia mínima de muestreo y análisis según caudal y componentes característicos, de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario, se realizará según se establece a continuación:

PARAMETROS	CAUDAL m <sup>3</sup> / día		
	< 50	> 50	> 100
PH, Sólidos Sedimentables y Caudal	Mensual	Semanal	Diario
Grasa y aceites	Anual	Semestral	Trimestral
DBO <sub>5,20</sub>	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Sólidos Suspendidos Totales	Anual	Semestral	Trimestral
Coliformes fecales	Trimestral	Trimestral	Trimestral

anda.gob.sv

Art. 21.- Para cumplir con el informe anual mencionado en el Art. 9 de este Reglamento, el titular llevará un registro de muestras, análisis y resultados, los cuales serán elementos básicos para la elaboración del informe anual.

Art. 26.- Para efectos de descarga de aguas residuales a un medio receptor, no es permitido:

- a) La explotación o uso de agua con fines de dilución de aguas residuales, como tratamiento previo a la descarga, y
- b) La dilución de cualquier materia que pudiera obstaculizar en forma significativa el flujo libre del agua, formar vapores o gases tóxicos, explosivos, inyección de gases, sustancias que causen mal

Art. 27.- Las contravenciones a lo preceptuado en el presente Reglamento serán sancionadas de conformidad con la Ley, salvo cuando los hechos fueren constitutivos de delitos o faltas, en cuyo caso el Ministerio notificará a las autoridades competentes

anda.gob.sv

**(X) REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL. DECRETO EJECUTIVO NO.40**

Art. 6.- A efecto de establecer las acciones de prevención, atenuación o compensación a que se refiere el Art. 20 de la Ley del Medio Ambiente, el titular de cualquier actividad, obra o proyecto de las establecidas en el Art. 21 de la misma, deberá incorporar al Estudio de Impacto Ambiental respectivo, lo siguiente:

- Determinación de las características físico químicas y biológicas del ecosistema y del medio receptor, en el área de influencia de la actividad, obra o proyecto, según lo establecido en los lineamientos técnicos y específicos dictados por el Ministerio para los estudios correspondientes;
- Determinación del tipo, calidad y cantidad de los vertidos o emisiones de la actividad, obra o proyecto y la evaluación técnica de los mismos. Se deberá considerar la minimización de la generación de los vertidos o emisiones con el propósito de prevenir la contaminación en los diferentes medios, y
- Determinación de los impactos ocasionados por el vertido o emisión en el ecosistema y el medio receptor en el área de influencia de la actividad.

anda.gob.sv

Art. 19.- La norma técnica de calidad del agua como medio receptor, que se establezca de conformidad a lo establecido en este Reglamento, se fundamentará en los parámetros de calidad para cuerpos de agua superficiales, según los límites siguientes:

PARAMETRO	LIMITE
Bacterias Coliformes Totales Coliformes Fecales	Que no excedan de una densidad mayor a los 5000 UFC por 100 ml de muestra analizada Que no excedan de una densidad mayor a los 1000 UFC por 100 ml de nuestra analizada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sup>5</sup> )	No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/L
Oxígeno disuelto	Igual o mayor de 5mg/L
PH	Debe mantenerse en un rango de 7.5 unidades o no alterar en 0.5 unidades de PH el valor ambiental natural.
Turbiedad	No deberá incrementarse mas de 5 unidades de turbiedad sobre los limites ambientales del cuerpo receptor
Temperatura	Debe mantenerse en un rango entre los 30° C o no alterar a un nivel de la temperatura del cuerpo receptor
Toxicidad	No debe exceder de 0.05 mg/L de plaguicidas órgano clorados

anda.gob.sv

En cumplimiento del Art. 43 de la Ley del Medio Ambiente, el Ministerio, en coordinación con las instituciones competentes, vigilará la calidad del recurso agua como medio receptor mediante un programa sistemático de monitoreo bajo los lineamientos técnicos que establezca con la participación del Consejo.-

Art. 20.- Para la descarga de aguas residuales se establecerá, según lo dispuesto en este Reglamento, la norma de calidad que contenga los límites permisibles, prevaleciendo el principio de precaución a la contaminación del medio que servirá de receptor de la misma.

anda.gob.sv

## **X) DECRETO EJECUTIVO NO. 50**

Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección.

Objeto (art.1): desarrollar los principios contenidos en la Ley Sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y su Reglamento, así como los Artículos 100 y 101 de la Ley de Riego y Avenamiento, referente a la calidad del agua, el control de vertidos ya las zonas de protección con el objeto de evitar, controlar o reducir la contaminación de los recursos hídricos.

Vertidos al sistema de alcantarillados (Art. 17).\*

Cuando se trate de vertidos que descargan el sistema de alcantarillado sanitario, sistema de conducción de aguas residuales, obras de tratamiento y disposición final de las mismas, de propiedad de ANDA, será esta Institución la que aplicará sus propias normas y regulaciones para asegurar la protección y buen funcionamiento de dichas obras.

anda.gob.sv

## DECRETO EJECUTIVO NO. 50

Las disposiciones de esta norma serán aplicables a todas las descargas de los efluentes líquidos de actividades comerciales, industriales, agroindustriales, hospitalarias o de cualquier otro tipo que afecten o pudiesen afectar directamente a los sistemas de alcantarillado sanitario, en propiedad o administrados por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA. Y el Procedimiento de Autorización de Descarga de Aguas Residuales de Tipo Especial a los Sistemas de Alcantarillado Sanitario en Administración o Propiedad de ANDA.

De las Zonas de Protección contra la Contaminación (art. 44)  
La Oficina Conjunta en coordinación con el MAG, MSPAS y ANDA podrá efectuar los estudios necesarios y elaborar las normas pertinentes a fin de establecer las zonas de protección contra la contaminación en aquellos lugares donde se haya determinado técnicamente que el recurso agua debe ser preservado, en su calidad y cantidad. Tales zonas de protección deberán ser establecidas de conformidad a la Ley Forestal

anda.gob.sv

## DECRETO EJECUTIVO NO. 50

De las Aguas Negras o Aguas Residuales Domésticas (Art. 59)

El control de la contaminación producida por los residuos líquidos domésticos estará sujeta a las disposiciones de la legislación vigente sobre los usos de abastecimientos de agua potable, domésticos, comerciales e industriales, en aquellos núcleos de población que cuentan con redes de alcantarillado sanitario administrado por ANDA y organismos afines.

\*ANDA tiene aprobado la NORMA PARA REGULAR CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL DESCARGADAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO.

anda.gob.sv

## XI) LEY DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN

Para el Vice ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, pueda otorgar la aprobación de proyectos, es indispensable que los interesados llenen diversos requisitos, entre ello se encuentra en sus literales:

h) resolución de factibilidades emitida por el organismo correspondiente del problema de agua potable, drenaje completo de aguas lluvias, aguas negras, alumbrado eléctrico, servicio telefónico indicando sus conexiones con los servicios públicos ya establecidos;

i) Especificar la clase de materiales que se piense usar para las obras de agua potable, aguas lluvias, aguas negras, cordones, cuneta y tratamiento de las superficies de las vías de tránsito.

anda.gob.sv

Asimismo dicha ley reza en su Art. 94.- Parcelación de instalaciones para el abastecimiento de agua potable y drenaje de aguas negras, que la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA) determinará de acuerdo a las características propias de cada proyecto.

Los sistemas e agua potable y aguas negras en toda parcelación deberán proyectarse y construirse atendiendo las Normas Técnicas para el diseño y construcción de acueductos y alcantarillados sanitarios, emitidas por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA).

anda.gob.sv

## XII) CÓDIGO PENAL DE LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR

Art. 255.- El que provocare o realizare, directa o indirectamente, emisiones, radiaciones o vertidos, de cualquier naturaleza en el suelo, atmósfera, aguas terrestres superficiales, subterráneas o marítimas, en contravención a las leyes y reglamentos respectivos y que pusiere en peligro grave la salud o calidad de vida de las personas o el equilibrio de los sistemas ecológicos o del medio ambiente, será sancionado con prisión de cuatro a ocho años.

Art. 256.- En los casos del artículo anterior, la pena será de seis a diez años de prisión si el hecho se atribuyere a persona jurídica, pública o privada, que funcionare sin el correspondiente permiso ambiental o clandestinamente o haya desobedecido las disposiciones expresas de la autoridad ambiental para que corrigiere o suspendiere sus operaciones; hubiere aportado información falsa para obtener el permiso ambiental correspondiente o hubiere impedido u obstaculizado la inspección por la autoridad del medio ambiente.

anda.gob.sv

## XIII) GUIA TECNICA SANITARIA PARA LA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO INDIVIDUALES DE AGUAS NEGRAS Y GRISES (MSPAS)

Poner a disposición del personal técnico de los diferentes niveles de la estructura organizativa del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, así como de otros actores involucrados en el tema, un documento técnico de referencia y consulta que defina los criterios técnicos sanitarios para la instalación y funcionamiento sanitario de los sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises.

Temas que contempla

1. Determinación de la problemática de las aguas residuales de tipo ordinario.
2. Criterios técnicos a considerar en el otorgamiento de factibilidad para la instalación de los sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises.

- Letrina sin arrastre de agua y pozo de absorción

anda.gob.sv



- Tanque séptico con pozo de absorción
  - Tanque séptico con campo de riego o zanja de infiltración
  - Tanque séptico con zanja de arena filtrante
  - Información complementaria referida a la hidrogeología
3. Elementos que comprenden el sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises
- Tanque séptico
  - Trampa para grasa
  - Pozo de absorción
  - Zanja de infiltración o campo de riego
  - Zanja de arena filtrante
4. Criterios técnicos para el mantenimiento de los sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises en funcionamiento
- Mantenimiento de trampa para grasas
  - Mantenimiento del tanque séptico
  - Mantenimiento de pozo de absorción
  - Mantenimiento de zanjas de infiltración y de arena filtrante

anda.gob.sv

#### XIV) LEY DE RIEGO Y AVENAMIENTO.

Art. 100.

Para verter aguas inficionadas, residuos cloacales o aguas servidas de cualquier clase en los cauces naturales o artificiales deben tratarse o depurarse previamente en la forma dispuesta por esta Ley y sus Reglamentos o para instalar en la zona lateral, fajas o zonas de protección de los cauces naturales, acueductos, canales, acequias o almacenamientos artificiales de aguas, obras o trabajos que puedan inficionar o alterar las aguas, que por ellos circulen o se contengan, deberá observarse previamente lo dispuesto por los reglamentos de esta Ley.

El tratamiento o depuración que previamente se hiciere de las aguas y residuos que menciona el inciso anterior, será a satisfacción del Poder Ejecutivo en los Ramos de Agricultura y Ganadería y Salud Pública y Asistencia Social, quienes ejercerán la vigilancia y fiscalización necesarias, incluso en los establecimientos fabriles, mineros, o agropecuarios que con su actividad sean capaces de tomar inaprovechables las aguas.

anda.gob.sv

## XV) OTROS

- Procedimiento: Autorización de Descarga de Aguas Residuales de Tipo Especial a los Sistemas de Alcantarillado Sanitario en Administración o Propiedad de ANDA.
- Ley sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
- Norma de Informes Operacionales
- Política Ambiental Institucional

anda.gob.sv

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados

**Gracias**

**ANDA**  
agua para todos

anda.gob.sv

# CAPITULO 3

## DISEÑO DE ALCANTARILLADO



Presenta  
Ing. Flavio Meza

### 3.1 Colectores

#### 3.1.1 Caudal de diseño de los colectores

La capacidad de las tuberías será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor ( $f_s$ ), el cual dependerá de la magnitud de variaciones de caudal, de acuerdo a la siguiente tabla:

Ø COLECTOR	FACTOR	Ø COLECTOR	FACTOR
8" ≤ Ø ≤ 12"	2.00	36"	1.40
15"	1.80	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	Interceptores o emisarios	1.20

En caso se tenga un aporte de aguas residuales industriales, se deberá incorporar dentro de la formula anterior el factor  $Q_f$ , el cual corresponde al aporte industrial,

$$Q_d = f_s \times Q \text{ max horario} = f_s \times (0.8K^2Q_m + Q_i + Q_f)$$



Para el diseño de las tuberías se usará la fórmula de Chezy-Manning, considerando el diámetro interno efectivo de la tubería. El coeficiente de rugosidad  $n$  será de 0.015 para colectores de cemento-arena o concreto y de 0.011 para PVC

$$V = \frac{R_h^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad \text{por continuidad} \quad Q = A_m V$$

$$Q = \frac{A_m^{5/3} S^{1/2}}{n P_m^{2/3}}$$

Donde:

$V$  es la velocidad en m/s

$Q$  es el caudal en m<sup>3</sup>/s

$R_h$  es el radio hidráulico ( $A_m/P_m$ ) en m

$A_m$  es el área mojada en m

$P_m$  es el perímetro mojado en m

$S$  es la pendiente en m/m

$n$  es el coeficiente de rugosidad (0.015 para colectores de cemento o concreto y 0.011 para PVC)



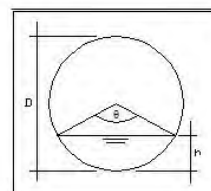
#### Colectores trabajando a sección parcialmente llena<sup>1</sup>

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left( 1 - \frac{2h}{D} \right)$$

$$R_h = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi \theta} \right)$$

$$V_r = \frac{0.397 D^{2/3}}{n} \left( 1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi \theta} \right)^{1/2} S^{1/2}$$

$$Q_r = \frac{D^{8/3}}{7257.15 n (2\pi \theta)^3} (2\pi \theta - 360 \operatorname{sen} \theta)^{5/3} S^{1/2}$$



**Nota:** el valor de  $\theta$  es en grados sexagesimales



### 3-1-2 Velocidades en los colectores

La velocidad mínima real en colectores primarios y secundarios, será 0.5m/s al caudal de diseño durante el primer año de funcionamiento. En caso de urbanizaciones, se utilizará el criterio de diámetro mínimo pendiente, de forma que la velocidad real mínima sea de 0.5m/s

La velocidad real máxima en colectores será:

Material	V <sub>max</sub>
PVC	5.0 m/s
Hierro	4.0 m/s
Cemento y concreto	3.0 m/s



### 3-1-3 Pendiente mínima en colectores parcialmente llenos

En tramos iniciales, la pendiente mínima de los colectores será del 1%, en los demás tramos la pendiente mínima se calculará con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \sin \theta}{2\pi \theta} \right)}$$

Donde:

S es la pendiente

D es el diámetro en m

θ es el ángulo en grados

La pendiente mínima, deberá garantizar una velocidad mínima de 0.5m/s



#### **3-1-4 Diámetro mínimo en colectores**

El diámetro mínimo en colectores de aguas negras, será 200mm (8") y en acometidas será 150mm (6")

Para proyectos de interés social, en pasajes peatonales, se podrá utilizar hasta 150mm (6") en colectores, si la longitud es menor de 100m y no se tiene posibilidad de crecimiento.



#### **3-1-5 Profundidad mínima del colector**

En los tramos de colector en los cuales se tengan conexiones domiciliarias, los límites de profundidad de tuberías en las zanjas, será de 1.20m como mínimo y de 3.00 m como máximo, medidos sobre la corona de la tubería.

Para profundidades menores de 1.20 m se deberá proteger la tubería con losetas de hormigón armado, soportadas sobre muros laterales de mampostería. a profundidades mayores que 3.0 m se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas domiciliarias, el cual podrá ser instalado en la parte superior del colector principal.

Cuando se trate de viviendas de interés social y específicamente a tuberías de drenaje de Aguas Negras instaladas en pasajes peatonales, la profundidad podrá ser como mínimo 0.8 m sin necesidad de protecciones.



### 3-1-6 Materiales para colectores

Los colectores de aguas negras, pueden consistir de tuberías de PVC, polietileno de alta densidad, cemento-arena, concreto simple, concreto reforzado o hierro fundido dúctil, de sección circular, para interceptores o emisarios se podrá usar canales con secciones de diferente forma (trapezoidal, rectangular, herradura, ovoide, etc.) cuando razones técnicas o económicas lo justifiquen.

Se deberán tomar en cuenta las condiciones de carga que deberá soportar la tubería, tanto la carga del suelo que cubre la tubería, como la carga por tráfico

En el caso de la tubería que se utilice, en especial con tuberías perfiladas, ya sea de perfil abierto o perfil cerrado, se deberán seguir las instrucciones del fabricante en cuanto al manejo, almacenamiento y colocación de la tubería



### 3-1-7 Ancho de zanja para instalación de colectores

El ancho de zanja, deberá considerar los espacios mínimos de trabajo necesarios a ambos lados de la tubería y ser suficientemente amplio para permitir la ejecución de estos. De acuerdo a las normas, el ancho en el fondo de la zanja será igual al diámetro externo de la campana de la tubería más 20 cm. a cada lado para permitir la colocación adecuada de la tubería. Se recomienda que el ancho mínimo de la zanja sea 80cm, esto para facilitar el movimiento del personal que instalará la tubería.

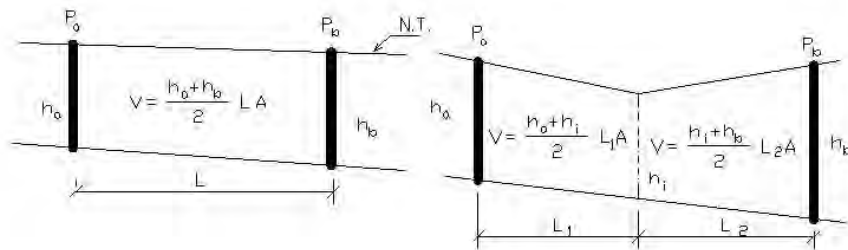
Se deberá considerar el ademado de las paredes laterales de la zanja cuando las condiciones del suelo no garanticen la estabilidad de la pared y exista posibilidad de derrumbe. El diseño del ademado deberá ser realizado por personal especializado tomando en consideración las condiciones del suelo.

Para excavaciones con profundidades menores de 3m, se recomiendan los siguientes anchos de zanja:

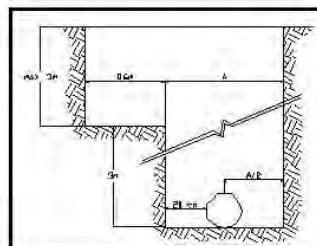
DN Pulg	DN mm	Zanja sin ademado m	Zanja con ademado de 0.30 m
6	150	0.80	1.10
8	200	0.80	1.10
10	250	0.80	1.10
12	300	0.90	1.20
15	350	1.10	1.40
18	450	1.20	1.50
24	600	1.40	1.70
30	750	1.50	1.80
36	900	1.90	2.20
42	1000	2.00	2.30
48	1200	2.40	2.50



El cálculo del volumen de excavación, este se hará por tramos, los cuales estarán limitados por dos pozos consecutivos. En el tramo se deberán dividir en rombos, ajustándose la más posible al perfil del suelo natural. El volumen de excavación será el producto del área del rombo multiplicado por el ancho de zanja (A). El ancho de zanja se deberá mantener constante entre dos pozos de visita.



Para profundidades mayores de 3 metros, se deberá considerar una ampliación en el ancho de zanja de 0.6m después de los primeros 3m de profundidad. En caso de excavaciones mayores de 6m, se recomienda la tubería se instale en túnel o a criterio del diseñador se podrá considerar una sobre excavación en el ancho superior de la zanja



Para el cálculo del volumen, al igual que en el caso anterior, se deberá dividir el tramo en rombos y multiplicar el área de cada rombo por el ancho de zanja y agregar el volumen de sobre excavación, el volumen a excavar por tramo será:

$$V = \left( \frac{h_1 + h_2}{2} \right) L A + D \delta L \left( \frac{h_1 + h_2 - \delta}{2} \right)$$





### 3-1-8 Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que están formadas por la fundación, cilindro, cono y tapadera. Para colectores con diámetros menores a 450mm (18"), el pozo de visita tendrá un diámetro interno de 1.10m como mínimo. La altura del cono será de 900mm.

De acuerdo a las normas, se deberá ubicar un pozo de visita cuando se dé alguna de las siguientes condiciones:

- Cuando se tenga cambio de pendiente
- Cuando se tenga cambio de dirección
- Cuando se tenga cambio de diámetro
- Cuando se tenga cambio de material en el colector
- En la intercepción de colectores
- Cada cien metros
- Al inicio de un colector



### 3-1-13 Acometidas domiciliarias

Las acometidas domiciliarias es la parte de la red de alcantarillado que conecta la vivienda con el colector de aguas negras.

La acometida domiciliar deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Pendiente mínima de la acometida 2%
- El diámetro mínimo es 6"
- Profundidad máxima en el punto de conexión de la vivienda 0.80m
- La caja de conexión se deberá ubicar a 0.40m del cordón
- Las conexiones domiciliarias no se conectarán a pozos de visita ni a colectores cuya profundidad exceda de 3 m.
- En caso de profundidades de colector mayores a 3m, se deberá colocar un colector auxiliar para conectar las acometidas.



### 3-2 Estaciones de bombeo

El bombeo de aguas residuales se requiere cuando las aguas de una comunidad no pueden incorporarse a la red por gravedad o cuando no se puede conducir por gravedad el agua hasta la planta de tratamiento.

La estación de bombeo consta de dispositivos para el pre-tratamiento y una cámara para la recepción y acumulación de aguas, en la cual pueden estar instalados los equipos de bombeo.

Los aspectos fundamentales del diseño son el volumen y forma geométrica de la cámara húmeda, el caudal de bombeo, carga dinámica total y características electromecánicas del equipo seleccionado. El bombeo deberá ser concebido para funcionar continuamente o casi continuamente, en especial cuando se está bombeando hacia una planta de tratamiento, en la cual no se cuenta con tanque de homogenización. Para el caso de redes existentes, se deberá contar con un estudio exhaustivo de los caudales.



### 3-3 Planta de tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales consiste en la remoción de los componentes indeseables que contienen el agua.

La remoción de estos componentes, se logra a través de:

1. Pre-tratamiento
2. Tratamiento primario
3. Tratamiento secundario o biológico
4. Tratamiento terciario o avanzado



### 3-3-1 Pre-tratamiento o tratamiento preliminar

Consiste de una serie de procesos físicos, los cuales tienen como objetivo acondicionar las características del agua, de forma tal que no causen problemas de operación y funcionamiento en las etapas siguientes del Pre-tratamiento o tratamiento del agua negra, los cuales pueden ser obstrucción de tuberías, dañar equipos electromecánicos y causar depósitos permanentes en los tanques. Sirven también para minimizar algunos efectos negativos al tratamiento como grandes variaciones de caudal y de composición y la presencia de materiales flotantes como aceites, grasas y otros.

Las unidades de tratamiento preliminar o Pre-tratamiento más importantes son:

- Tamizado
- Desmenuzadores
- Desengrasadores
- Tanques de compensación
- Desarenadores



#### (1) Tamizado

Por lo general el tamizado es la primera unidad que se encuentra en una planta de tratamiento. El tamiz es un accesorio con aberturas, de dimensiones uniformes, que es utilizado para retener los sólidos gruesos de dimensiones relativamente grandes que estén en suspensión o flotantes.

Los tipos de tamiz utilizadas comúnmente en el pretratamiento de las aguas residuales son las rejillas gruesas y las finas. Las rejillas gruesas, tienen una separación entre 6 y 150mm y las rejillas finas tienen separación menor a 6mm.

Las rejillas gruesas son dispositivos constituidos por barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas, las cuales pueden ser rectas o curvadas, mientras que las rejillas finas consisten de placas perforadas o mallas de alambre soldado, a través de las cuales fluye el agua residual. En presente manual se tratará solamente sobre las rejillas gruesas.

De acuerdo al método de limpieza, las rejillas se clasifican en manuales y mecanizadas.





**Parámetros típicos para el diseño de barras de limpieza manual y mecanizada<sup>1</sup>**

Parámetro	Unidad	Tipo de limpieza	
		Manual	Mecánica
<b>Tamaño de barra</b>			
ancho	mm	5-15	5-15
<b>Profundidad</b>	<b>mm</b>	<b>25-38</b>	<b>25-38</b>
Espacio libre entre barras	mm	25-50	15-75
<b>Inclinación con la vertical</b>	<b>°</b>	<b>30-45</b>	<b>0-30</b>
Velocidad de aproximación			
<b>Máxima</b>	<b>m/s</b>	<b>0.3-0.6</b>	<b>0.6-1.0</b>
Mínimo	m/s		0.3-0.5
<b>Perdida de carga permisible</b>	<b>mm</b>	<b>150</b>	<b>150-600</b>

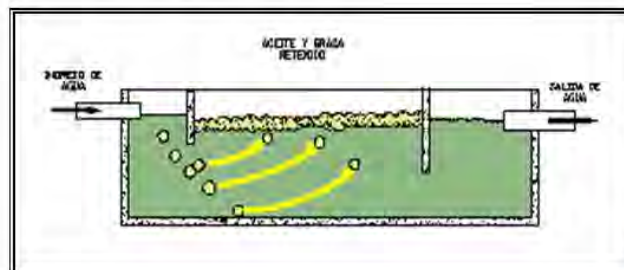


### (3) Desengrasadores o trampa de grasa

La función de ese dispositivo es el separar las grasas y aceites del agua, para evitar problemas de material flotante en los componentes de la planta y adherencia de estos en al tuberías. Por lo general son utilizados en los siguientes casos:

- Cuando hay desechos industriales conteniendo grandes cantidades de aceites y grasas
- Restaurantes y hoteles
- Mataderos e instalaciones afines
- Plantas de procesamiento de carnes y pescado
- Previo al lanzamiento submarino de las aguas residuales

Los desengrasadores deben propiciar una permanencia tranquila del agua residual durante el tiempo suficiente para que una partícula a ser removida pueda recorrer la trayectoria entre el fondo y la superficie.

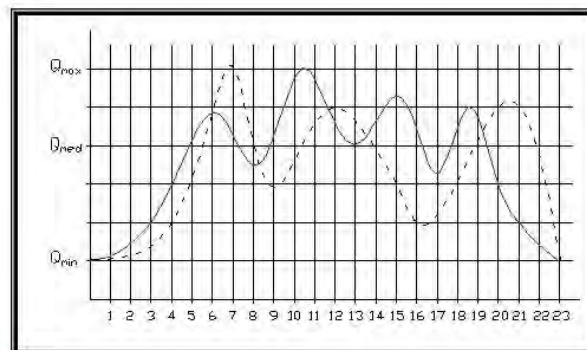


### (4) Tanques de compensación

Estos tanques sirven para disminuir los efectos de una gran variación de caudal o concentración en las aguas negras a tratar.

Estos tanques son muy poco utilizados en plantas de tratamiento de aguas de tipo domestico, a no ser en los siguientes casos:

- Cuando hay contribuciones industriales intermitentes con gran variación de caudal o concentración de contaminantes



- Para aumentar la capacidad de una planta existente diseñada para tratar el caudal máximo
- Cuando el agua es bombeada antes de su ingreso a la planta

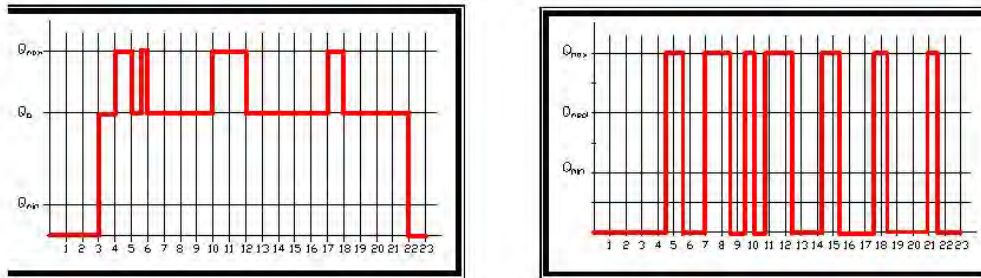


Fig. xx variaciones del caudal luego de una estación de bombeo



**(5) Desarenadores**

Los desarenadores son unidades destinadas a retener la arena y otros minerales inertes y pesados que se encuentran en las aguas negras, los cuales son originados en operaciones de limpieza, lavado, infiltraciones, desechos industriales, etc.

La remoción de la arena tiene como finalidad proteger las bombas contra el desgaste, evitar obstrucciones en las tuberías y para impedir el depósito de material inerte en el interior de los sedimentadores y digestores.

**Principio de funcionamiento**

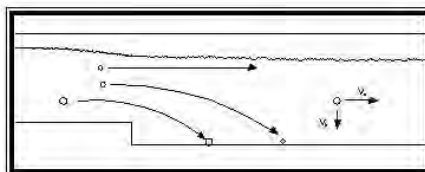


Fig. XX Movimiento las partículas en un fluido

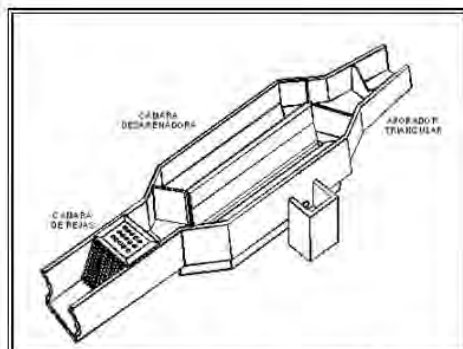
Las condiciones dinámicas de una corriente líquida, en especial la turbulencia, son las responsables del transporte de partículas sólidas más densas que el agua. Estas partículas son conducidas en suspensión o arrastradas por tracción en el fondo de los canales o tuberías.



### **Tipos de desarenadores**

Los Desarenadores pueden ser diseñados como canales con velocidad controlada o como tanques de sección rectangular o circular y de área adecuada a la sedimentación de las partículas a remover.

Los desarenadores pueden ser de tipo gravitacional o mecanizados, en general al igual que con las rejjas se recomienda el uso del tipo mecanizado para plantas de gran tamaño.



**Fig. XX Desarenador de flujo horizontal doble cámara**



## TRATAMIENTO AEROBICO



## (2) Procesos de crecimiento adherido

En estos procesos, los micro organismos activos crecen y se adhieren al medio móvil o inmóvil (roca o plástico) que está en contacto con las aguas residuales. El área de la biomasa se utiliza como una medida práctica de la actividad total de los organismos.

- i) Filtro percolador (TF)
- ii) Rotating Biological Contactor (RBC)



### Procesos de crecimiento adherido

#### a) Filtro percolador

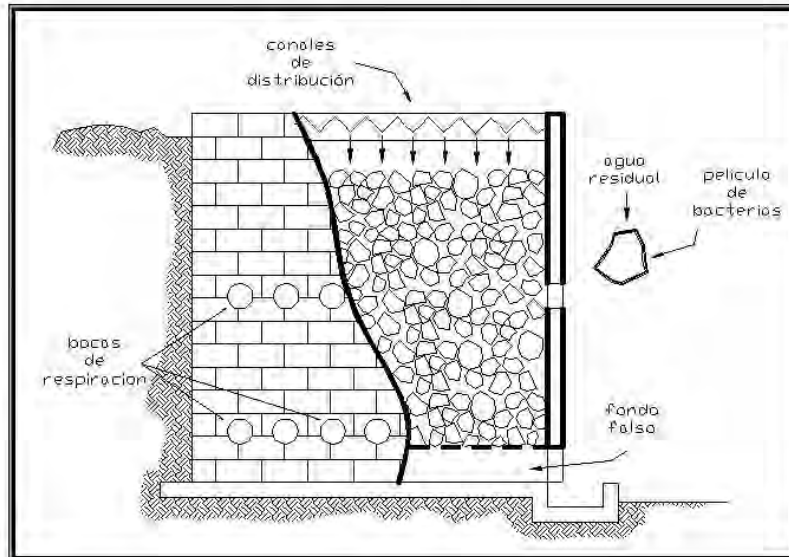
Los filtros percoladores, fueron ideados hace más de cien años, para el tratamiento de aguas industriales y domesticas. El filtro percolador es un reactor biológico, en el cual las bacterias se desarrollan en la superficie de un material solido como una fina película. El agua escurre de manera constante a través del lecho filtrante, provee de alimento a la colonia bacteriana, degradando la materia orgánica que transporta el agua, clarificando de esta forma el efluente. El material de soporte para las bacterias puede ser roca, piedra pómez o plástico, siendo un requisito necesario que cuente con una alta superficie específica. En nuestro país, los filtros son normalmente rectangulares, esto debido a la forma en la cual se distribuye el agua en filtro. Por lo general, los filtros son circulares y cuentan con equipo móvil para la distribución del agua. Con el objeto de garantizar una buena aireación de la unidad, se deberá de contar con un fondo falso, sobre el cual se asiente el medio filtrante.

Los filtros se clasifican en filtros de baja carga y filtros de alta carga.



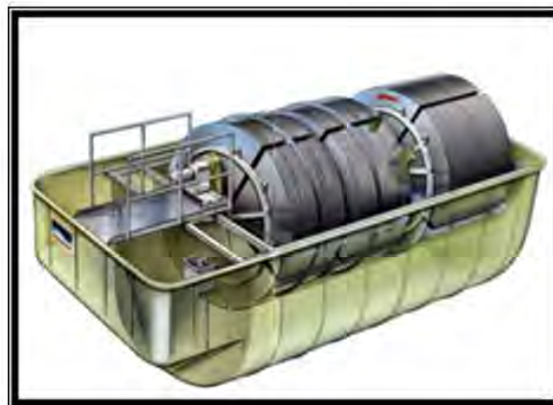


Filtro percolador



**b) Biodisco (RBC)**

El biodisco es una adaptación del principio de funcionamiento de los filtros percoladores. Por sus siglas en ingles, el proceso es conocido como RBC (Rotating Biological Contactor). El proceso de tratamiento es de tipo aeróbico mecanizado



**Principio de funcionamiento.**

Los biodisco, consisten de una serie de discos concéntricos, uniformemente distribuidos, los cuales están fijados a un eje, el cual gira a una velocidad determinada.

En las unidades estándar, los discos tienen un diámetro de 3.5m y la longitud es de 7.5m. Los discos se encuentran parcialmente sumergidos (aproximadamente un 40% de su diámetro) en un tanque que contiene aguas residuales. Los discos giran lentamente con una velocidad angular de entre 1 y 1.6 rev/min, necesiándose de equipo electromecánico para su funcionamiento.

Las bacterias se adhieren a las paredes de los discos y con el movimiento giratorio, éstas entran en contacto con el agua residual y con el aire atmosférico, degradando la materia orgánica. A la vez, el movimiento de los discos, incorpora oxígeno al agua residual, lo que propicia la existencia de bacterias en el agua las cuales contribuyen al tratamiento.

El agua residual previo a su ingreso en el biodisco, debe de haber pasado por el pre tratamiento y por el tratamiento primario.

Los biodisco, necesitan de energía eléctrica para funcionar, lo cual hace que los costos de tratamiento sean mayores que en el caso de los filtros percoladores.



**(2) Procesos de crecimiento suspendido**

En estos procesos, los micro organismos permanecen en suspensión en las aguas residuales, y su concentración es generalmente relacionado al Sólido Suspendido de Licor Mixto (MLSS) o Sólidos Suspendidos de Licor Mixto Volátil (MLVSS). Muchos procesos de crecimiento suspendido utilizados en tratamientos municipales para aguas residuales son operados con una buena concentración de oxígeno disuelto (aeróbico), pero también existen reactores anaeróbicos de crecimiento suspendido (sin oxígeno) como para aguas residuales con altas concentraciones orgánicas y lodos orgánicos. El proceso de crecimiento suspendido que es más comúnmente utilizado para el tratamiento de aguas residuales municipales es el proceso de lodos activados.



**a) Lodos activados**

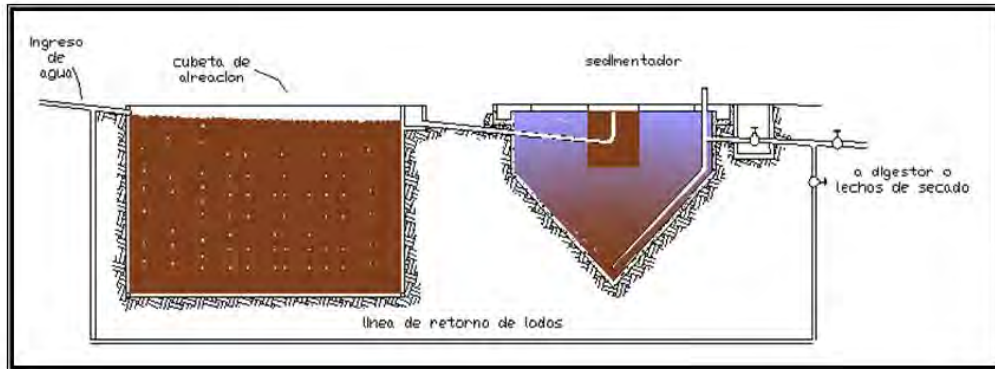
El proceso de lodos activados, fue desarrollado a finales del siglo XIX y se partió de la idea de incorporar aire al agua residual. Con la incorporación del aire, se oxigena el agua, generando condiciones aeróbicas, las cuales propician el crecimiento de bacterias aeróbicas. El proceso consta básicamente de tres componentes, el primero un reactor en el cual se retiene e incorpora oxígeno al agua residual, el segundo es una unidad en la cual se realiza la separación líquido-sólido y el tercer componente es la recirculación para retomar los microorganismos hacia el reactor. El proceso de lodos activados, es el más estudiado y es el tratamiento sobre el cual se tiene mayor control.



***Principio de funcionamiento.***

El principio de remoción de la carga orgánica parte de la acción de crear o mantener una colonia bacteriana en un medio aeróbico, la cual está siendo retenida en el sedimentador y luego recirculada continuamente hacia la cubera de aireación. Con el objeto de mantener condiciones aerobias en la cubeta de aireación, se cuenta con equipo electromecánico para la incorporación de aire. Conforme el volumen de lodo aumenta, en cierto momento el exceso de lodo es enviado hacia el digester de lodos o hacia los lechos de secado.





Esquema del proceso de lodos activados



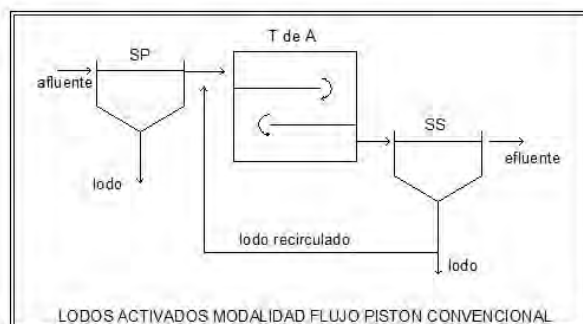
A partir de los tres elementos de que consiste el proceso, se han desarrollado una serie de variantes. A partir de la década de 1920 hasta finales de los 70, el proceso de lodos activados que más se utilizó fue el de flujo pistón, en el cual la relación largo ancho del reactor es mayor de 10:1. Con la descarga de aguas industriales a la red, el esquema de flujo pistón se volvió problemático, debido a la incorporación de sustancias tóxicas al proceso. Ante esta situación se desarrolló el esquema de mezcla completa (Complete Mix Activated Sludge, CMAS por sus siglas en inglés), en la cual los grandes volúmenes en el reactor permitía la dilución de las sustancias tóxicas, mitigando así sus efectos en el tratamiento. Otras variaciones del proceso convencional son las Zanja de Oxidación (Oxidation Ditch), Estabilización por Contacto, Proceso de Krause, Oxígeno Puro y el Reactor de Secuencia en Batch (Sequencing Batch Reactor, SBR).



- Mezcla completa (CMAS):** El reactor trabaja bajo condiciones de flujo y agitación continua. El agua residual sedimentada y el lodo recirculado es introducido típicamente en varios puntos del tanque de aireación. La carga orgánica, la concentración de sólidos suspendidos (MLSS) y la demanda de oxígeno (DO) es uniforme en cualquier punto del tanque de aireación. Una de las ventajas del proceso CMAS es la absorción de cargas puntuales que puedan afectar al proceso. El proceso es relativamente fácil de operar, pero tiende a mantener bajas concentraciones de carga orgánica, lo que propicia el crecimiento de bacterias filamentosas, las cuales generan problemas de bulking en el lodo.



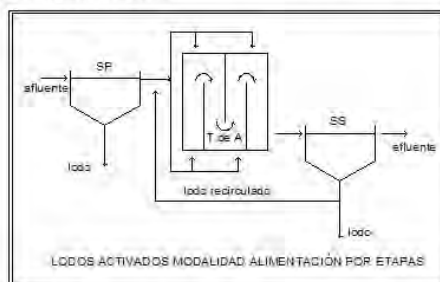
- Flujo pistón convencional:** El agua residual sedimentada y el lodo de la recirculación se incorpora al inicio de la cubeta de aireación, mezclándose por la acción de los difusores o aireadores superficiales. En los primeros diseños, la aireación era constante a lo largo del tanque, lo cual generaba bajas concentraciones de oxígeno disuelto en las primeras partes de tanque. En las nuevas instalaciones de esta modalidad, el sistema de aireación es diseñado para satisfacer la demanda de oxígeno a lo largo del tanque, inyectando altas cantidades de oxígeno en las primeras etapas y bajas al final del tanque, esto se logra mediante el control del oxígeno suministrado. El tanque de aireación tiene relaciones largo:ancho de 9:1 o mayores, lo cual se logra dividiendo en tres o más canales un tanque rectangular.



- **Aireación de alta tasa:** es una modificación al proceso de flujo pistón, en el cual bajas concentraciones de sólidos suspendidos en el licor mezclado (MLSS) son combinadas con altas cargas volumétricas de DBO. El sistema se caracteriza por cortos periodos de retención hidráulica, alta tasa de recirculación de lodo, alta relación F/M y relativamente baja concentración de MLSS. Esta modalidad produce un efluente con menor calidad en comparación con las modalidades de mezcla completa y flujo pistón. En vista de las cargas aplicadas, se hace necesario tener más cuidado para mantener estable el sistema.



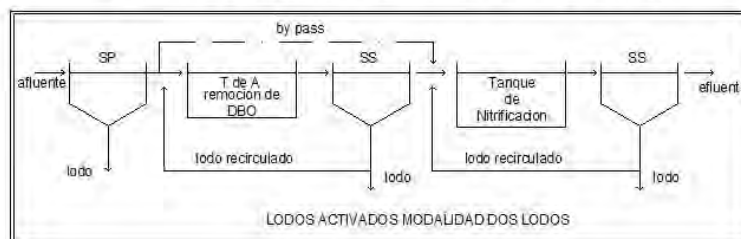
- **Alimentación por etapas:** Es una modificación al proceso de flujo pistón, en el cual el agua residual sedimentada es introducida al tanque de aireación en 3 o 4 puntos, con el objeto de homogenizar la relación F/M, disminuyendo así los picos en la demanda de oxígeno. Por lo general el tanque se divide en 3 o cuatro canales. La flexibilidad de la operación es una de las ventajas de esta variación, ya que se puede cambiar la proporción de agua residual que se distribuye en cada punto de alimentación. La concentración de MLSS puede ser elevada, con valores entre 5000 y 9000g/m<sup>3</sup> en la primera etapa, con concentraciones menores en las etapas siguientes. Esta modalidad tiene la capacidad de mantener un mayor volumen de sólidos, con lo cual se tiene un mayor periodo de retención de sólidos (SRT), para el mismo volumen bajo la modalidad de flujo pistón convencional.



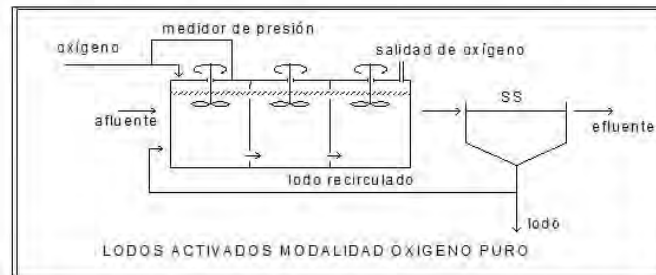
- Estabilización por contacto:** Esta modalidad, utiliza dos tanques separados o uno dividido para el tratamiento de las aguas residuales y la estabilización del lodo. El lodo activado estabilizado es mezclado con el agua residual sedimentada o cruda en la zona de contacto. En la zona de contacto el SRT es relativamente corto (de 30 a 60min) y la concentración de MLSS en la zona de contacto es menor que en la zona de estabilización. Una rápida remoción de la DBO soluble ocurre en la zona de contacto y las partículas orgánicas y coloides son atrapados en los floculos de lodo activo, siendo degradadas posteriormente en la zona de contacto. El lodo recirculado es aireado en la zona de estabilización y el periodo de retención es entre 1 y 2 horas, con lo cual se mantiene suficiente tiempo para la estabilización del lodo. Debido a que la concentración de MLSS es alta en la zona de estabilización, esta modalidad requiere de menor cantidad de oxígeno que la de mezcla completa o flujo pistón convencional.



- Dos lodos:** La modalidad de Dos Lodos, es un sistema de dos etapas las cuales son operadas bajo un SRT muy largo. La primera etapa es de la modalidad de Alta Carga (para la remoción de DBO), seguida de una segunda etapa para nitrificación. Una parte del agua residual sedimentada puede ser desviada hacia el tanque de nitrificación para proporcionar DBO y sólidos suspendidos para promover la nitrificación y la floculación. La razón para separar el proceso de remoción de la DBO del de nitrificación, es el tratar sustancias tóxicas en la primera etapa y así proteger las bacterias encargadas de la nitrificación, las cuales son más sensibles. Si se tiene un buen control sobre las descargas industriales, la remoción de DBO y la nitrificación pueden ser realizadas en una sola etapa.



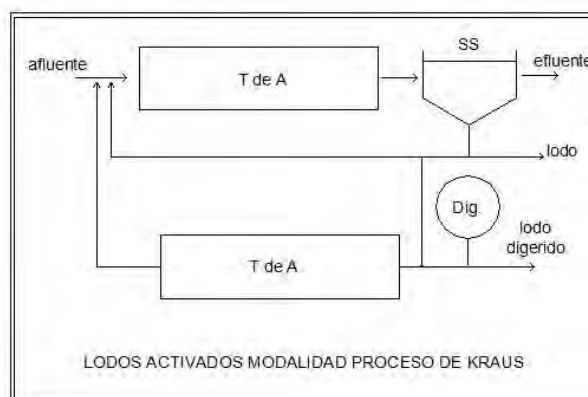
**Oxígeno puro:** Para esta modalidad, se utiliza un reactor cerrado dividido en etapas al cual se inyecta oxígeno de alta pureza. Por lo general se utilizan tres o cuatro etapas, incorporándose el agua residual, lodo recirculado y el oxígeno en la primera etapa. Los gases de la parte superior del reactor y el licor mezclado se desplazan de una etapa a la otra. El oxígeno parcialmente presurizado puede variar entre un 40 y 60% en la parte superior de la primera etapa y llegar hasta un 20% en la última etapa.



A altas presiones de oxígeno, se tiene altas tasas de transferencia de oxígeno, por lo que se pueden tener concentraciones mayores de MLSS y operar a menores tiempos de retención hidráulica en comparación con el proceso convencional. Se hace necesario el contar con sistemas de generación de oxígeno in situ, lo cual hace más compleja la operación en comparación con los sistemas convencionales.

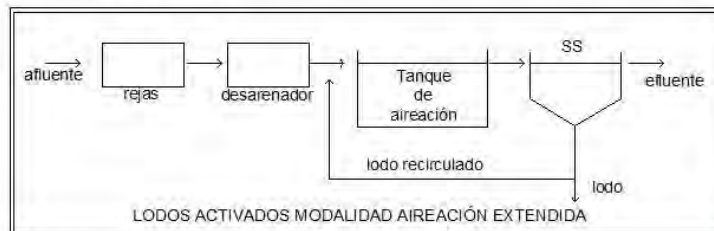


- Proceso de Kraus:** El proceso de Kraus es una variación de la modalidad de aireación por etapas y es utilizado para tratar aguas industriales con deficiencia de nitrógeno. El líquido sobrenadante del digestor de lodos es incorporado a un tanque de aireación como alimento al lodo recirculado. El licor mezclado resultante es incorporado a un tanque de aireación de la modalidad de flujo pistón.





- Aireación extendida:** El proceso de aireación extendida es similar al proceso de flujo pistón convencional, excepto que trabaja en la fase de respiración endógena<sup>1</sup> de la curva de crecimiento bacteriano, en la cual se requiere de bajas cargas y largo tiempo de aireación. En vista de los largos STR (de 20 a 30d) y periodos de retención hidráulica en el orden de 24h, el equipo de aireación es controlado por los requerimientos para mezcla y no por las necesidades de oxígeno. Por lo general no necesita de sedimentación primaria, además, el lodo purgado presenta buenas condiciones de digestión. Por lo general el proceso se aplica a pequeñas comunidades.



- Zanja de oxidación:** La zanja de oxidación consiste de un canal de forma circular u ovalada, equipado con accesorios para aireación y mezcla. El agua residual luego de pasar por una etapa de tamizado, ingresa al canal en el cual se mezcla con el lodo activado. La forma del tanque y los equipos de aireación y mezcla generan un flujo unidireccional dentro del tanque, por lo que la energía utilizada para la aireación es suficiente para realizar la mezcla y mover el líquido. El tiempo de retención hidráulico es relativamente largo. El equipamiento debe generar una velocidad de entre 0.25 a 0.30 m/s dentro del canal, lo cual es suficiente para mantener el lodo en suspensión. Como resultado el proceso se aproxima a un proceso de mezcla completa con un flujo pistón dentro del canal.



- **Reactor Secuencial en Batch (SBR):** El sistema SBR es un reactor de tipo mezcla completa con secuencias de llenado y vaciado (Batch), en el cual todos los procesos de los lodos activados ocurren. En el caso de flujo continuo, se deberá disponer de al menos dos reactores, mientras uno se está llenando los demás se dan los procesos de oxidación, sedimentación y vaciado. Durante el día, un reactor puede realizar varios ciclos, típicamente un ciclo puede comprender 3 h para llenado, 2 h de aireación, 0.5 h de sedimentación y 0.5 h para el retiro de agua clarificada y sobrenadante. Un espacio de tiempo puede ser incluido entre los ciclos a fin de poder absorber los picos de flujo. El licor mezclado se mantiene dentro del reactor durante las etapas de ciclo, con lo cual se elimina la necesidad de un sedimentador secundario separado. El periodo de retención hidráulica es en el rango de las 18 a 30h, esto en base al caudal y el volumen del tanque.



## TRATAMIENTO ANAEROBICO



**a) Reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB)**

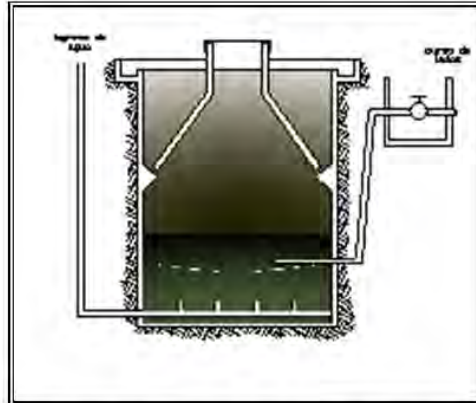


Fig. 3.32 Sección de un reactor anaeróbico de flujo ascendente

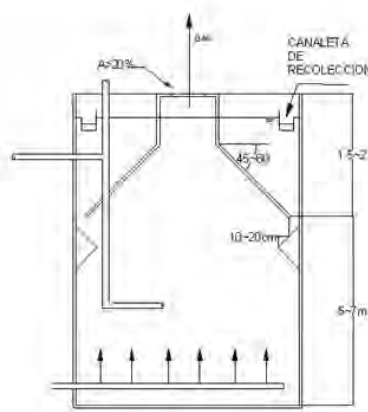
El reactor anaeróbico de flujo ascendente (RAFA), como su nombre lo indica, es una unidad diseñada para el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales. Fue desarrollado para el tratamiento de aguas residuales de tipo industrial



**Principio de funcionamiento**

En el reactor anaeróbico de flujo ascendente, el agua ingresa a la unidad por la parte inferior, obligando a un flujo ascendente, el cual mantiene suspendido un manto de lodos, en el cual se fijan las bacterias.

Conforme el agua pasa por el manto, las bacterias digieren la materia orgánica que transporta el agua, transformándola en materia no biodegradable, reduciendo así la DQO.



## DESINFECCION



### -3-4 Desinfección

Las aguas residuales, dependiendo del tipo o grado de tratamiento se logra alcanzar cierto grado de remoción de organismos patógenos. En promedio el contenido de promedio de coliformes en las aguas residuales crudas es de  $1 \times 10^9$  NMP/100ml

Dentro de los agentes desinfectantes, el más utilizado es el cloro, ya sea en su forma líquida, en la cual es altamente puro, o como compuesto en forma de cloruro de sodio o hipoclorito de calcio.

Una de las desventajas del uso del cloro líquido, es el grado de cuidado que se debe de tener en el manejo de los cilindros y la necesidad de instalaciones para almacenamiento y control de fugas.

Otros métodos para lograr una adecuada desinfección son los rayos ultravioleta, el ozono, yodo y alcohol, entre otros.



La norma NSO 13.49.01:09, exige que la calidad bacteriológica del efluente debe contener como máximo  $1 \times 10^4$  NMP/100ml de coliformes totales y  $2 \times 10^3$  de coliforme fecal

Proceso	% de remoción
Rejas gruesas	0~5
<b>Rejas finas</b>	<b>10~20</b>
desarenador	10~25
<b>Sedimentación</b>	<b>10~25</b>
Filtro percolador	90~95
<b>Lodos activados</b>	<b>90~98</b>
Cloración	98~99.999

El contenido inicial de coliformes y las dosis de cloro recomendadas para alcanzar un contenido de coliformes de  $1 \times 10^3$  NMP/100ml, basadas en un periodo de contacto de 30 minutos, se muestra en la siguiente tabla.

Tipo de agua	Concentración de coliformes NMP/100ml	Dosis de cloro para alcanzar $1 \times 10^3$ NMP/100ml mg/l
Agua residual cruda	$10^7 \sim 10^9$	15~40
<b>Efluente primario</b>	<b><math>10^7 \sim 10^9</math></b>	<b>10~30</b>
Efluente filtro percolador	$10^3 \sim 10^5$	3~10
<b>Efluente de lodos activados</b>	<b><math>10^3 \sim 10^5</math></b>	<b>2~10</b>
Efluente de fosa séptica	$10^7 \sim 10^9$	20~40



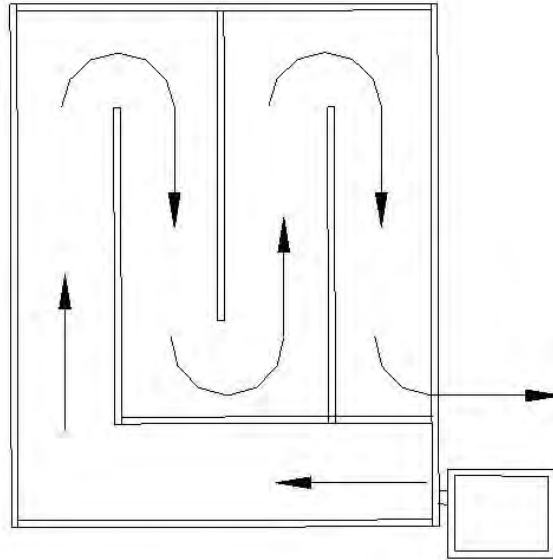


diagrama de flujo de agua  
en cámara de contacto  
 $V=21m^3$  ;  $TR=30min$

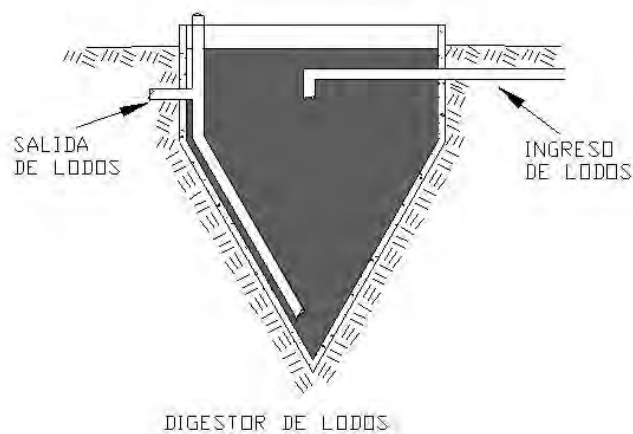


## TRATAMIENTO DE LODOS



En las plantas de tratamiento se hace necesario el tratamiento de los lodos, lo cual se logra a través de un digestor de lodos. Los digestores pueden ser de tipo aeróbico o anaeróbico. Por lo general, se utilizan digestores anaeróbicos.

La digestión anaeróbica es el proceso de tratamiento de lodos más utilizado para la estabilización de los lodos generados en los procesos de tratamiento de las aguas residuales. La descomposición anaeróbica comprende la descomposición de la materia orgánica en inorgánica (principalmente sulfato) en ausencia de oxígeno.



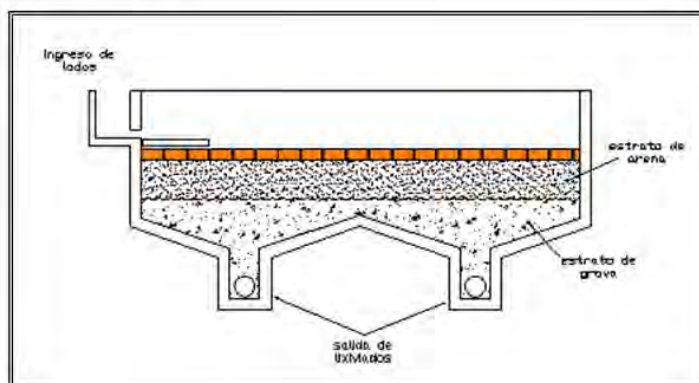
### 3-3-4-2 Deshidratado de lodos

Los lodos una vez digeridos, debido a su alto contenido de humedad, son enviados a una unidad de secado, en la cual se deshidratan, hasta alcanzar un contenido de humedad de menor del 70%.



### Lechos de secado

Los lechos de secado son unidades utilizadas para el deshidratado de los lodos generalmente en plantas de tratamiento para comunidades pequeñas o medianas. Se recomienda que para poblaciones superiores a 20,000 habitantes se haga uso de equipo de deshidratado de lodos.





## El Centrifugado

El centrifugado es un proceso en el cual un cilindro rota a alta velocidad, separando los sólidos de los líquidos, los cuales debido a su gravedad específica tienden a adherirse al tambor y son arrastrados por un tornillo sin fin hacia la salida de lodos, el cual gira con una menor velocidad que el cilindro.

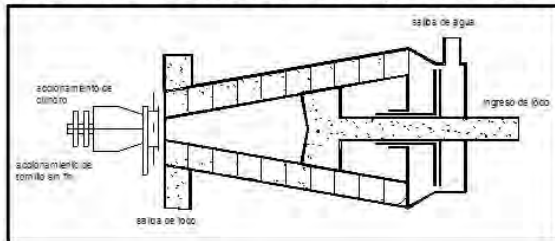


Fig. 3.36 centrífuga

Uno de los problemas que presenta la centrifugación, es que no se logra alcanzar una buena separación de los sólidos, debiéndose recurrir al uso de polímeros para mejorar la concentración de sólidos en el cake.



### 3-4 Fosa Séptica

En los casos en los cuales no se puede brindar el servicio de alcantarillado sanitario, ya sea porque no se cuenta con red de alcantarillado en el sector o debido a que por la ubicación del inmueble no es posible el drenar por gravedad a la red existente, se deberá construir una fosa séptica.

La fosa séptica es un sistema que consiste de una o varias cámaras, en la cuales se deposita el agua residual, dándose los procesos de sedimentación y digestión anaeróbica y un pozo de absorción o dispositivo para infiltrar el agua en el terreno.

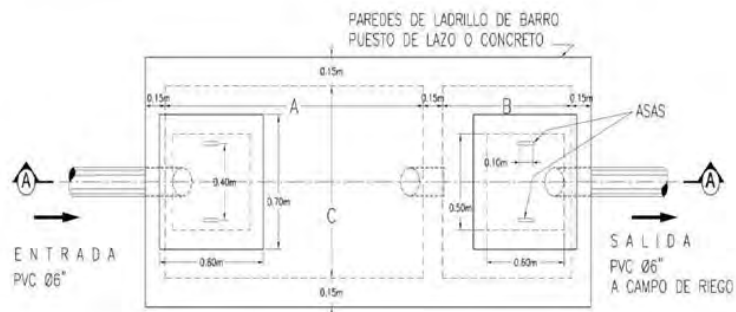


De acuerdo al Código de Salud, para poder brindar el servicio de acueducto, es necesario que el interesado cuente con un sistema de disposición de aguas residuales, para lo cual en marzo de 2009, se publicó la Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, la cual se encuentra disponible en la página web del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en la siguiente dirección electrónica [www.mspas.gob.sv/regulacion/guias.asp](http://www.mspas.gob.sv/regulacion/guias.asp)



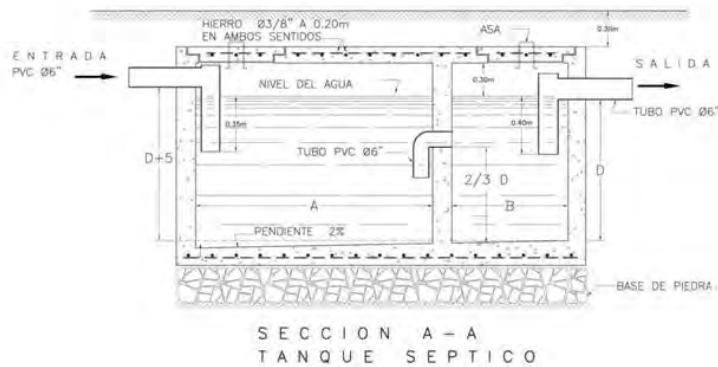
Tabla 1 Dimensiones del tanque séptico

No. personas	Dimensiones en metros (ver Diseño en Anexos)			
	A	B	C	D
6 ó menos	2,00	1,00	1,00	1,30
9	2,30	1,15	1,00	1,30
12	2,60	1,30	1,15	1,30
15	3,00	1,45	1,30	1,30
50	5,40	2,60	1,60	1,60
100	6,60	3,30	2,00	2,00



VISTA SUPERIOR  
TANQUE SEPTICO





Administración Nacional de Acueductos de  
Alcantarillados



# OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

## Red de Alcantarillado Sanitario y Plantas de Tratamiento

OCTUBRE 2009

PRESENTA: CLAUDIA MARÍA ARRIAZA ALFARO  
LICDA. EN ECOTECNOLOGÍA

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

REPUBLICA DE EL SALVADOR  
UNIDA, CRISTIANA, INCLUIDA

# RED DE ALCANTARILLADO MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

REPUBLICA DE EL SALVADOR  
UNIDA, CRISTIANA, INCLUIDA

# FACTORES QUE INFLUYEN EN AMBOS MANTENIMIENTOS

- Longitud de la red
- Número de conexiones
- Usos y costumbres de los usuarios
- Incorporación de aguas lluvias
- Incorporación de sólidos de gran tamaño

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de  
Alcantarillados

EL SALVADOR  
UNIDA, CERCERA, INCLUIDA

## FACTORES QUE INFLUYEN EN AMBOS MANTENIMIENTOS (Cont...)

- Descargas de aceites y grasas
- Robo de tapaderas de pozos de visita
- Edad del sistema
- Los materiales con que está construida la red y
- La existencia de un programa de mantenimiento preventivo

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de  
Alcantarillados

EL SALVADOR  
UNIDA, CERCERA, INCLUIDA

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- Desobstrucción, reparación y/o sustitución de colectores, acometidas, pozos de visita
- Sustitución y limpieza de colectores
- Reposición de tapaderas

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

REPUBLICA DE EL SALVADOR  
UNIDA, CRISTICA, INCLUIDA

## HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- **Cabezal de lanza:** la cual se utiliza para la fractura de los sólidos, el empuje de la obstrucción o para penetrar en el tapón.
- **Tirabuzón:** es una pieza en forma de sacacorchos, el cual atrapa la obstrucción. Dependiendo del diámetro de la tubería, se tienen diferentes diámetros de tirabuzón

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

REPUBLICA DE EL SALVADOR  
UNIDA, CRISTICA, INCLUIDA



**Cabezal de lanza**

**Tirabuzón**

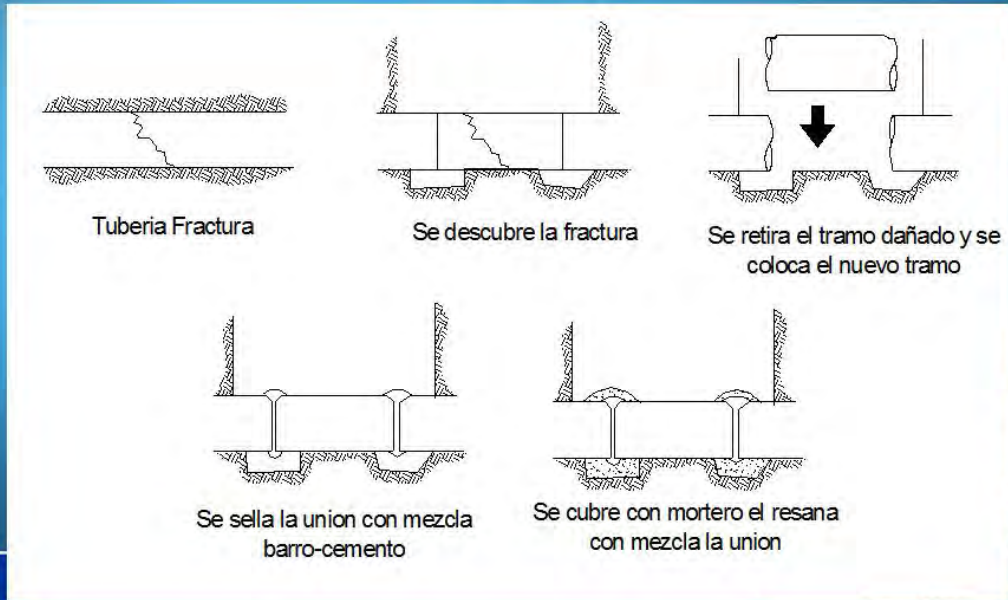
anda.gob.sv



### Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados



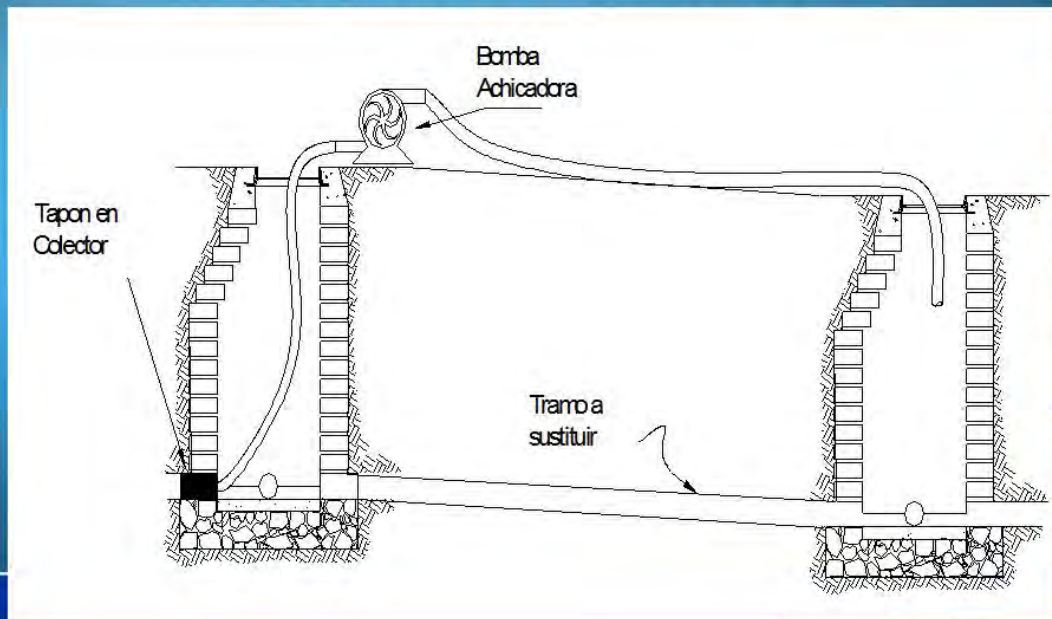
## Reparación de colectores o acometidas fracturadas



### Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados



## Sustitución de colectores



**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

EL SALVADOR  
UNIDA, CERCADA, INCLUIDA

# Programa de mantenimiento preventivo de la red de alcantarillado sanitario

**Ejecución de actividades encaminadas a minimizar la posibilidad de falla u obstrucción en la red.**

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

EL SALVADOR  
UNIDA, CERCADA, INCLUIDA

# PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

anda.gob.sv





**Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados**

**Tratamiento de tipo Biológico mediante un Reactor Anaerobio, Filtración Biológica y Decantación Secundaria**

The slide features the ANDA logo and the El Salvador national emblem at the top. The main text is centered on a blue background with water droplets. The website [anda.gob.sv](http://anda.gob.sv) is located at the bottom right.

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

REPUBLICA DE EL SALVADOR  
UNIDA, CRISTICA, INCLUIDA

## COMPONENTES

- **Rejilla**
- **Desarenador**
- **Medidor Parshall**
- **Reactor Anaerobio**
- **Fogata**
- **Estaciones de Bombeo (para líquido y lodos)**

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

REPUBLICA DE EL SALVADOR  
UNIDA, CRISTICA, INCLUIDA

## COMPONENTES (Cont...)

- **Filtro Biológico**
- **Decantador Secundario**
- **Cajas de distribución**
- **Patios de Secado**

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de  
Alcantarillados

REPUBLICA DE  
**EL SALVADOR**  
UNIDA, CRISTICA, INCLUIDA

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO

- **Limpieza de unidades, en la frecuencia que lo establece el Manual**
- **Ejecución de maniobras**
- **Registros de control**

anda.gob.sv

**ANDA**  
agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de  
Alcantarillados

REPUBLICA DE  
**EL SALVADOR**  
UNIDA, CRISTICA, INCLUIDA

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- **Reparación de equipos**
- **Reparación de infraestructura**

anda.gob.sv

**ANDA** agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

EL SALVADOR

## REJILLAS

DIARIAMENTE:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las rejillas tienen que ser limpiadas dos veces al día, por la mañana temprano y por la tarde al finalizar el turno de trabajo.</li> <li>- Asegurarse que la placa perforada para escurrimiento de residuos se mantenga limpia y libre de sólidos.</li> <li>- Limpiar el by-pass del canal para flujos extraordinarios o para lluvias</li> <li>- Colocar los sólidos que han escurrido en un contenedor y no almacenarlos por espacio mayor a dos días.</li> </ul>
SEMANALMENTE:	- Limpiar las rejillas con agua a presión.
UNA VEZ AL AÑO:	- Revisar las rejillas y si se encuentran puntos de corrosión lijar y pintar o bien llevar al taller para su reparación.

anda.gob.sv

**ANDA** agua para todos



Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados



EL SALVADOR



**TABLA 2.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA REJILLAS**

INDICADORES / OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	VERIFICACIÓN O MONITOREO	SOLUCIÓN
<b>1.- Anegamiento de la tubería de entrada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Alto contenido de sólidos retenidos en la rejilla</li> <li>b.- Retención de arenas en la entrada del canal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Revisar el nivel del agua en la rejilla.</li> <li>b.- Inspeccionar con una pala el fondo del canal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Remover los sólidos</li> <li>b.- Con una pala o bien con agua a presión remover la arena retenida.</li> </ul>
<b>2.- Generación de malos olores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Alta retención de materia fecal o animales muertos</li> <li>b.- Retención de arenas en el piso de rejillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Observar visualmente o levantar sólidos con rastrillo</li> <li>b.- Inspeccionar con una pala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Remover sólidos y llevarlos directamente a disposición final</li> <li>b.- Remover la arena.</li> </ul>



anda.gob.sv

		<b>Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados</b>		
<b>TABLA 2.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA REJILLAS</b>				
<b>3.- Paso de agua cruda por by-pass sin presencia de lluvia.</b>	<b>a.- Alto contenido de sólidos retenidos en la rejilla b.- Retención de arenas en la entrada del canal.</b>	<b>a.- Revisar el nivel del agua en la rejilla. b.- Inspeccionar con una pala el fondo del canal.</b>	<b>a.- Remover los sólidos b.- Con una pala o bien con agua a presión remover la arena retenida.</b>	
<b>4.- Desbordamiento del agua de lluvia</b>	<b>a.- Obstrucción en canal de by pass. b.- Caudal de entrada muy alto, mayor que el caudal extraordinario.</b>	<b>a.- Observar visualmente b.- Leer el caudal de entrada en el Medidor Parshall</b>	<b>a.- Limpiar el canal de desvío. b.- Comunicar al supervisor.</b>	
<b>5.- Paso de sólidos grandes</b>	<b>a.- Posible ruptura de rejillas por corrosión</b>	<b>a.- Interrumpir o desviar el flujo por corto tiempo para revisar el estado de la rejilla</b>	<b>a.- Desmontar rejilla y llevar a taller para su reparación.</b>	
				<a href="http://anda.gob.sv">anda.gob.sv</a>

		<b>Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados</b>		
<b>TABLA 3.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DESARENADOR</b>				
<b>DIARIAMENTE:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los desarenadores deben de ser limpiados por lo menos una vez al día y de preferencia temprano por la mañana.</li> <li>- Trasladar con la carretilla las arenas a los lechos de secado.</li> <li>- Limpiar con agua a presión los drenes de vaciado del canal fuera de servicio.</li> <li>- Asegurarse de que las cajas de conducción del agua drenada queden limpias de depósitos.</li> <li>- El desarenador fuera de operación debe quedar limpio de sedimentos o agua estancada.</li> <li>- Mantener limpio el entorno del desarenador a fin de evitar malos olores y mal aspecto.</li> <li>- Registrar en el parte de campo el volumen de arena removida.</li> </ul>			
<b>SEMANALMENTE:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar el sistema de compuertas y engrasar el tornillo sin fin.</li> </ul>			
<b>UNA VEZ AL AÑO:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberán revisarse las placas que trabajan como compuertas a fin de evitar que se oxiden o que se deformen. Se deben lijar y pintar los posibles puntos de corrosión que se encuentren.</li> </ul>			
				<a href="http://anda.gob.sv">anda.gob.sv</a>

 Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados 			
TABLA 4.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA DESARENADOR			
INDICADORES/ OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	VERIFICACIÓN O MONITOREO	SOLUCIÓN
1. - Anegamiento de tubería de entrada.	a.- Alto contenido de arenas retenidas. b.- Compuertas mal abiertas.	a.- Revisar el nivel de sedimentos en el canal en operación. b.- Inspeccionar las compuertas.	a.- Remover las arenas b.- Levantar al máximo las compuertas del canal en operación.
2. - Generación de malos olores	a.- Alta retención de arenas con materia fecal.	a.- Revisar el nivel de arenas. b.- Inspeccionar con una pala	a.- Remover arenas y llevarlas directamente a lechos de secado.

anda.gob.sv

 Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados 			
TABLA 4.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA DESARENADOR			
3. - Los canales se encuentran permanentemente ahogados.	a. -Las compuertas no sellan correctamente.	a.- Inspeccionar visualmente por un periodo corto de tiempo, desviando el agua cruda o bien no permitiendo el paso de agua por los desarenadores.	a.- Reparar el sello hidráulico de compuertas.
4.- No se drena el canal a pesar de estar abierta la válvula de drenaje	a. -La válvula se encuentra tapada u obstruida. b.- Paso de agua por la compuerta de entrada	a.- Abrir la válvula y observar si fluye agua. b.- Al abrir la válvula de drenaje no deja de salir agua.	a.- Con agua a presión o bien con una varilla destapar la válvula. b.- Revisar la compuerta y asegurarse de que quede sellada.

anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

agua para todos

**TABLA 5.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MEDIDOR PARSHALL**

<b>DIARIAMENTE:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer dos mediciones de caudal instantáneo, temprano por la mañana y por la tarde.</li> <li>- Revisar que no existan taponamientos en el canal.</li> </ul>
<b>SEMANALMENTE:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar las paredes y el piso en el medidor Parshall</li> </ul>
<b>UNA VEZ AL AÑO:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberá revisarse la escala colocada para medir el tirante de agua y en su caso sustituirse si se encuentra dañada o despintada.</li> <li>- En caso de observar daños en la pared o en la "garganta del canal" deberá repararse con un acabado fino, pero sin modificar dimensiones</li> </ul>

anda.gob.sv



**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados



agua para todos

**TABLA 5.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MEDIDOR PARSHALL**


<b>DIARIAMENTE:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer dos mediciones de caudal instantáneo, temprano por la mañana y por la tarde.</li> <li>- Revisar que no existan taponamientos en el canal.</li> </ul>
<b>SEMANALMENTE:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar las paredes y el piso en el medidor Parshall</li> </ul>
<b>UNA VEZ AL AÑO:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberá revisarse la escala colocada para medir el tirante de agua y en su caso sustituirse si se encuentra dañada o despintada.</li> <li>- En caso de observar daños en la pared o en la "garganta del canal" deberá repararse con un acabado fino, pero sin modificar dimensiones</li> </ul>

anda.gob.sv

		<b>Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados</b>			
<b>TABLA 7.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO REACTOR UASB</b>					
<b>DIARIAMENTE:</b>		<p>Verificar la limpieza de los vertederos del canal de distribución y retirar los sólidos que puedan haberse acumulado.</p> <p>Verificar la limpieza de las tuberías de ingreso de la alimentación al reactor y retirar los sólidos que se acumulan en la superficie del líquido o bien destapar con agua a presión.</p> <p>Verificar la limpieza de las tuberías de salida primaria y secundaria y retirar los sólidos que puedan haberse acumulado.</p> <p>Espumar la superficie de líquido en el reactor y retirar los residuos que puedan haberse acumulado</p> <p>Medir los sólidos sedimentables en 10 minutos y 2 horas a la entrada y la salida del reactor UASB y registrar las lecturas en el parte diario.</p> <p>Medir la temperatura y el pH del líquido de entrada y salida del reactor UASB y registrar las lecturas en el parte diario.</p> <p>Leer el volumen de biogás generado diariamente y registrarlo en el parte diario.</p>			
<a href="http://anda.gob.sv">anda.gob.sv</a>					

		<b>Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados</b>			
<b>TABLA 7.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO REACTOR UASB</b>					
<b>SEMANALMENTE:</b>		<p>Limpiar el canal de distribución con agua a presión. Introducir la manguera con agua a presión en las tuberías de ingreso de la alimentación a fin de que se limpien tanto las tuberías como el entorno de ingreso al manto de lodo.</p> <p>Tomar muestras a la entrada y a la salida del reactor UASB para determinar: sólidos suspendidos totales, DQO, alcalinidad y ácidos volátiles.</p> <p>Extraer muestras del lodo provenientes del sedimentador secundario y de la purga del reactor UASB, para analizar sólidos totales y sólidos volátiles totales</p>			
<b>MENSUALMENTE:</b>		<p>Extraer muestras a la entrada y salida del reactor UASB para analizar DBO y ácidos volátiles.</p> <p>Analizar el contenido de metano en el biogás generado.</p> <p>Extraer muestras de lodo a diferentes profundidades para efectuar un perfil de sólidos en cada módulo del reactor.</p> <p>Extraer una muestra de lodo del reactor para medir su actividad metanogénica.</p>			
<b>UNA VEZ AL AÑO</b>		<p>Revisar la estructura de concreto y los elementos metálicos expuestos al biogás. Informar al supervisor los deterioros observados</p> <p>Localizar los puntos de corrosión, donde sea posible, lijar y pintar con pintura anticorrosiva para evitar el deterioro del material.</p>			
<a href="http://anda.gob.sv">anda.gob.sv</a>					




**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados 

**TABLA 8.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA REACTOR UASB**

INDICADORES / OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	VERIFICACIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
1.- Distribución de alimentación despareja	a.- Canales de distribución obstruidos b.- Nivelación incorrecta de vertederos c.- Pérdidas en el canal de distribución	a.- Observación del canal distribuidor b.- Observación del tirante de agua en los vertederos c.- Observación de la parte inferior de los canales o vertederos	a.- Limpieza del canal distribuidor b.- Nivelación de los vertederos c.- Reparación de vertederos o del canal de distribución
2.- La tubería de ingreso de alimentación no recibe agua residual	a.- Tubería de ingreso obstruida	a.- Observación de la obstrucción del punto de ingreso	a.- Desobstrucción del punto de ingreso retirando sólidos acumulados o bien con agua a presión

anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados 

**TABLA 8.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA REACTOR UASB**

3.- Salida despareja del efluente del reactor	a.- Colector de salida obstruido b.- Colectores de salida desnivelados c.- Colectores de salida deteriorados	a.- Observación de los colectores	a.- Desobstrucción de los colectores de salida del reactor retirando residuos acumulados b.- Nivelación de colectores de salida c.- Reparación de colectores deteriorados
4.- Contenido elevado de Sólidos Sedimentables en el efluente del reactor	a.- Carga hidráulica excesiva b.- Exceso de sólidos en el reactor	a.- Observación del caudal de alimentación b.- Observación del contenido de sólidos totales en el reactor	a.- Reducción del caudal de alimentación al reactor b.- Purga de lodos del reactor

anda.gob.sv

**AN**DA Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**REACTOR UASB**

**TABLA 8.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA**

<p>5.- Producción de gas inferior a la normal</p>	<p>a.- Pérdida de biogás b.- Disminución del caudal de alimentación c.- Ingreso de sustancia inhibidora o tóxica al reactor d.- Carga orgánica excesiva</p>	<p>a.- Observación de burbujeo permanente en algún sector de la superficie líquida del reactor. Confirmación de pérdidas en el sistema de colección de gas mediante la disminución del nivel de líquido en el reactor, la inyección controlada de gas natural comprimido y la utilización de detergente o solución jabonosa para identificar el punto de fuga. b.- Observación del caudal de ingreso al reactor c.- Evaluación de la actividad metanogénica del lodo en el reactor d.- Observación de la concentración de ácidos orgánicos volátiles</p>	<p>a.- Eliminación de la pérdida en el colector de gas b.- Desobstrucción de la red de alcantarillado c.- Identificación de la eventual fuente de sustancias tóxicas y prevención de su ingreso al reactor d.-Disminución del ingreso de carga orgánica al reactor</p>
---	---	--	--

anda.gob.sv

**AN**DA Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**REACTOR UASB**

**TABLA 8.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA**

<p>6.- Producción de lodo superior a lo normal</p>	<p>a.- Sobrecarga de lodo b.- Ingreso de sólidos groseros o inorgánicos al reactor</p>	<p>a.- Observación de la estabilidad del lodo b.- Observación del funcionamiento de la etapa de pretratamiento (rejilla y desarenador)</p>	<p>a.- Disminución de la carga de lodos proveniente del sedimentador secundario b.- Restauración del correcto funcionamiento de la etapa de pretratamiento</p>
--	--	--	--

anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**TABLA 8.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA REACTOR UASB**

7.- Producción de lodo inferior a lo normal	a.- Disminución del caudal de alimentación b.- Escape de lodo con el efluente del reactor	a.- Observación del caudal de alimentación b.- Observación del volumen de sólidos Sedimentables en 2 horas a la salida del reactor y el estado del separador de 3 fases (colector de gas)	a.- Desobstrucción de la red de alcantarillado b.- Reparación del separador de 3 fases
8.- En el lodo del reactor la fracción de sólidos inorgánicos es elevada	a.- Funcionamiento deficiente del desarenador b.- Baja carga hidráulica superficial (velocidad ascensional en el reactor)	a.- Observación de la velocidad del agua residual en el desarenador b.- Observación de la velocidad ascensional en el reactor	a.- Disminución de la velocidad del agua residual en el desarenador
9.- La eficiencia en la remoción de materia orgánica disminuye	a.- La carga hidráulica superficial es excesiva b.- La distribución de la alimentación es deficiente	a.- Observación de la carga hidráulica superficial b.- Observación del sistema de distribución de la alimentación. Si es necesario, puede utilizarse trazadores	a.- Disminución del caudal de alimentación al reactor b.- Reparación de la falla en el sistema de distribución de la alimentación

anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**TABLA 9.- GUIA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO EB1 Y EB2**

PERSONAL	GRUPO	FRECUENCIA	MEDIDA
Operador	Motor	Diario	Lectura y anotación del amperaje
Operador	Motor	Diario	Lectura y anotación del reloj cuentahoras (a la misma hora) para poder contabilizar el tiempo de operación diaria
Operador	Motor	Diario	Observar si existen vibraciones en la carcasa
Operador	Motor	Diario	Lectura y anotación de los tres voltajes de las tres líneas de alimentación.
Operador y Electricista	Nivel de aceite	6 meses	Control del nivel de aceite en el comportamiento hermético. El nivel correcto está en el borde inferior de la rosca de la abertura de llenado, si la pérdida es pequeña sólo es necesario rellenar. En caso de detectar una pérdida importante, se deberá llevar a cabo las mismas medidas descritas para la revisión anual.

anda.gob.sv

**ANDA** agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

EL SALVADOR  
UNID, CERREN, INCLUIDA

**TABLA 9.- GUIA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO EB1 Y EB2**

<b>Operador y Electricista</b>	<b>Nivel de aceite</b>	<b>1 vez al año</b>	<b>Cambio y control de aceite. Para poder evaluar la calidad del aceite, es necesario recogerlo en un recipiente limpio y transparente. El aceite en el compartimiento hermético se encuentra bajo presión. Por ello los tornillos de vaciado deben desatornillarse lentamente.</b>
<b>Operador y Electricista</b>	<b>Motor</b>	<b>cada 4000 hs de operación o bien una vez por año</b>	<b>Revisar la resistencia eléctrica del aislamiento del motor, en caso de ser menor a 2 MEGAHOMS llevar al taller para la revisión del motor.</b>

anda.gob.sv

**ANDA** agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

EL SALVADOR  
UNID, CERREN, INCLUIDA



**TABLA 10.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO EB1 Y EB2**



**ADVERTENCIA: SI EL MOTOR SE DESCONECTA AUTOMÁTICAMENTE POR LA ACTIVACIÓN DE ALGUNA PROTECCIÓN, NO SE DEBE CONECTAR DE NUEVO SIN ANTES LOCALIZAR EL MOTIVO POR EL CUAL LA PROTECCIÓN SE ACTIVÓ Y REPARARLO, DE LO CONTRARIO EXISTE EL PELIGRO DE QUE EL MOTOR SE QUEME Y EXPLOTE.**



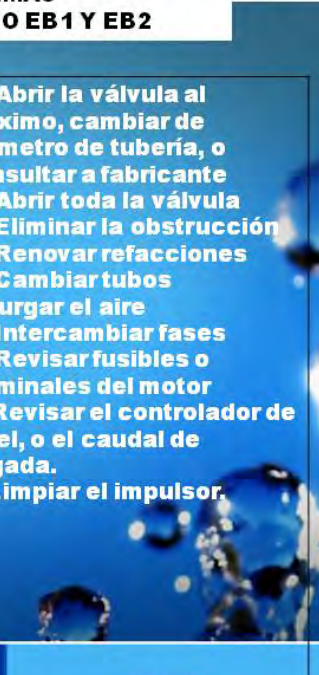
**SISTEMA DE BOMBEO**



<b>FALLAS</b>	<b>CAUSA PROBABLE</b>	<b>SOLUCION</b>
<b>1.- El motor no arranca, Interruptor general de protección del motor activado.</b>	<b>a.- Interrupción en el suministro de corriente, cortocircuito. Tensión a tierra en la línea de alimentación o bobinado del motor. b.- Fusibles inadecuados.</b>	<b>a.-El electricista debe revisar la línea y el motor. b.- Instalar fusibles adecuados.</b>

anda.gob.sv

		<b>Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados</b>			
<b>ac TABLA 10.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO EB1 Y EB2</b>					
<p><b>2.- El motor trabaja pero el interruptor térmico se acciona pronto</b></p>		<p>a.- El interruptor térmico de protección del motor está ajustado por debajo de lo adecuado.                      b.- Mayor demanda de corriente debido a una caída importante de tensión.                      c.- Mayor demanda de corriente por falla en una de las fases del motor.                      d.- La tensión en las tres fases no es igual.                      e.- La dirección de giro de la bomba no es correcta.                      f.- El impulsor o rodete se ve frenado por alguna obstrucción, que origina mayor demanda de corriente en las tres líneas.                      g.- La densidad del líquido es mayor a la original.</p>		<p>a.- El especialista eléctrico deberá realizar el ajuste con los datos técnicos de la bomba.                      b.- El electricista deberá medir la tensión en las tres fases de alimentación                      c.- El electricista deberá comprobar la tensión en las tres fases del motor.                      d.- Comprobar los fusibles y contactores y si es necesario renovarlos.                      e.- Intercambiar las fases invirtiendo los cables de la red.                      f.- Levantar la bomba y limpiar el impulsor.                      g.- Consultar con el fabricante.</p>	
<a href="http://anda.gob.sv">anda.gob.sv</a>					

		<b>Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados</b>			
<b>TABLA 10.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO EB1 Y EB2</b>					
<p><b>3. El motor trabaja, pero el flujo de bombeo y la demanda de corriente está por debajo de los valores de placa (nominales).</b></p>		<p>a.- Rodeteo impulsor obstruido.                      b.- Sentido de giro de la bomba incorrecto                      c.- Existe aire en la línea de succión.</p>		<p>a.- Limpiar el impulsor                      b.- Comprobar el sentido de giro y corregir intercambiando fases.                      c.- Purgar el aire, para ello des energizar la bomba, levantar de la brida de apoyo y volverla a colocar.</p>	
<p><b>4. El motor trabaja, pero no fluye agua</b></p>		<p>a.- Entrada de la bomba obstruida.                      b.- Tubería de salida obstruida o válvula cerrada.</p>		<p>a.- Limpiar la bomba                      b.- Destapar la tubería de salida o abrir la válvula.</p>	
<a href="http://anda.gob.sv">anda.gob.sv</a>					

		Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados	
agua para <b>TABLA 10.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO EB1 Y EB2</b>			
<b>5.- Flujo de bombeo pequeño y presión de salida demasiado baja</b>	a.- Existe una resistencia muy grande a la salida de la bomba. b.- La válvula de salida de la bomba no está completamente abierta. c.- Tubería de entrada o impulsor obstruido. d.- Desgaste del impulsor. e.- Tubería de salida dañada. f.- Contenido de aire en la tubería de salida. g.- Giro de bomba incorrecto. h.- Operación del motor en dos fases. y.- Abatimiento del nivel de agua en la planta de bombeo muy rápido durante operación. j.- El impulsor gira con dificultad	a.- Abrir la válvula al máximo, cambiar de diámetro de tubería, o consultar a fabricante b.- Abrir toda la válvula c.- Eliminar la obstrucción d.- Renovar refacciones e.- Cambiar tubos f.- Purgar el aire g.- Intercambiar fases h.- Revisar fusibles o terminales del motor y.- Revisar el controlador de nivel, o el caudal de llegada. j.- Limpiar el impulsor.	
			anda.gob.sv

		Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados	
<b>TABLA 11.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO FILTRO BIOLÓGICO</b>			
<b>DIARIAMENTE:</b>	- Cada mañana, verificar canales de distribución y retirar los sólidos flotantes que se acumulan en los vertedores. - Realizar pruebas de sedimentación del agua de salida del filtro		
<b>SEMANTALMENTE: CADA DOS SEMANAS:</b>	- Limpiar los canales con agua a presión. - Eliminar con chorro de agua cualquier rastro de lodos en las aperturas de aireación y los canales de salida del filtro. - Introducir la manguera con agua a presión por las ventanas de ventilación inferiores, a fin de que se limpie el piso de la cámara inferior del filtro - Con agua a presión limpiar la superficie del filtro logrando desprender parte de la biomasa de las piedras, y en las zonas donde se pueda observar una tendencia al encharcamiento penetrar unos 30 cm sin remover las piedras de la superficie.		
<b>UNA VEZ AL AÑO:</b>	- Revisar la estructura de concreto y bloques de concreto. - Localizar los puntos de corrosión de los vertedo - res,		
	lijar y pintar con pintura anticorrosiva si es necesario para evitar deterioro del material.		
			anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**TABLA 12.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA FILTRO BIOLÓGICO**

INDICADORES / OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	VERIFICACIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
1.- No llega agua al filtro	a.- La bomba de alimentación probablemente está dañada o fuera de servicio	a.- Revisión del control de la bomba	a.- Reiniciar la operación de la bomba o bien sustituir el equipo por el de repuesto
2.- Distribución desaparece del agua sobre la superficie del filtro	a.- Obstrucción de los canales de distribución b.- Incorrecta nivelación de los vertederos c.- Fugas o pérdidas en el canal distribuidor o los vertederos	a.- Observación del canal b.- Observación del tirante de agua en vertederos c.- Observación de la parte inferior de los canales o de los vertederos	a.- Limpieza del canal b.- Nivelación del vertedero c.- Reparación del vertedero o canal


anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**TABLA 12.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA FILTRO BIOLÓGICO**

3.- Se forman encharcamientos en la superficie del filtro	a.- El filtro se encuentra completamente saturado con película biológica b.- Hay sobrecarga de materia orgánica en el agua de entrada probablemente debido a alguna descarga de estiércol de animales o algún otro residuo. c.- Mala distribución del agua de entrada d.- Las piedras de la superficie son pequeñas e.- Operación deficiente del decantador primario	a.- Observación de los colectores b.- Malos olores c.- Zonas secas en la superficie, crecimiento de plantas d.- Calidad deficiente del agua a la salida del decantador primario	a.- Limpiar intensamente con agua a presión la superficie del filtro y lo más profundo que se pueda sin dañar las piedras. Incrementar la recirculación al filtro. b.- Enviar muestras al laboratorio y analizar los resultados. Comunicarse con las autoridades para que controlen estas descargas c.- Ver punto 2 d.- Cambiar las piedras de la superficie por un tamaño doblemente mayor e.- Aumentar la purga del lodo primario
---	--	--	---


anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados 

**TABLA 12.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA FILTRO BIOLÓGICO**

<b>4.- Malos olores</b>	<b>a.- Sobrecarga del sistema b.- Descarga de residuos ajenos a la red como estiércol o de otro tipo</b>	<b>a.- Mal olor b.- Revisión de drenajes</b>	<b>a.- Ver solución a. de punto 3 b.- Ver solución b. de punto 3</b>
<b>5.- Establecimiento de moscas</b>	<b>a.- Baja recirculación de agua del decantador primario</b>	<b>a.- Alto número de moscas</b>	<b>a.- Incrementar la recirculación, incluso durante la noche</b>

anda.gob.sv



**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados 


**TABLA 12.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA FILTRO BIOLÓGICO**

<b>6.- Generación de hongos en la superficie del filtro y taponamiento</b>	<b>a.- Alta generación de malos olores y baja eficiencia en la operación</b>	<b>a.- Calidad del agua de salida muy baja</b>	<b>a.- Clorar la entrada durante varias horas, manteniendo una concentración de cloro residual entre 1 y 2 mg/L b.- Detener la alimentación y dejar secar la película biológica en el filtro</b>
<b>7.- Falta de ventilación en los puntos de ingreso de aire (ventanas)</b>	<b>a.- Encharcamiento de lodo en la parte interior de las ventanas b.- Crecimiento de plantas o maleza en la parte exterior de las ventanas</b>		<b>a.- Limpiar con agua a presión las partes internas de las ventanas b.- Mantener limpio y libre de plantas las ventanas de ventilación</b>

anda.gob.sv



 <b>Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados</b> 	
<b>TABLA 13.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DECANTADOR SECUNDARIO</b>	
<b>DIARIAMENTE:</b>	-La evacuación de lodos se realizará dos veces por día , una por la mañana y otra por la tarde, así como la limpieza de la superficie del decantador de material flotante (plásticos). - Verificación del funcionamiento de las compuertas. - Limpieza del canal perimetral de descarga y vertederos
<b>SEMANALMENTE:</b>	-La limpieza con agua a presión de la caja de salida del decantador y caja distribuidora núm. 2 y canales de conducción del lodo al digestor
<b>UNA VEZ AL AÑO:</b>	-Vaciar el tanque y revisar la estructura de concreto - Localizar los puntos de corrosión de los vertederos, mampara deflectora y tolva central, lijar y pintar con pintura anticorrosiva si es necesario para evitar el deterioro del material. -Pintar el puente del decantador.
<a href="http://anda.gob.sv">anda.gob.sv</a>	

 <b>Administración Nacional de Acueductos de</b> 			
<b>TABLA 14.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA DECANTADOR SECUNDARIO</b>			
agua para todos			
INDICADORES/ OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	VERIFICACIÓN O MONITOREO	SOLUCIÓN
1.- Flotación de lodo.	a.- "Abultamiento de lodo" causada por microorganismos filamentosos. b.- Flotación de lodo por desnitrificación. c.- Purgas de lodo poco frecuentes.	a.- Una examinación microscópica del lodo, para determinar presencia de organismos filamentosos, b.- Alta concentración de nitratos en el efluente del filtro. c.- Lodo de purga muy espeso.	a.- Encharcamiento del filtro, y por consiguiente, poca oxigenación. b y c.- Incrementar las purgas del decantador.
2.- Pequeños flocúlos en el rebose del tanque.	a.- Excesiva turbulencia b.- Elevado tiempo de retención de lodos c.- Falta de oxígeno en el filtro biológico d.- Corto Circuito.	a.- Verificación del caudal de ingreso al sedimentador b.- Lodo espeso en purgas c.- Coloración gris del agua de salida del filtro d.- Observación de vertederos desnivelados o caminos preferenciales.	a.- Reducir la recirculación b.- Aumentar la frecuencia de purgas c.- Identificar y corregir posibles fuentes de condiciones anaeróbicas d.- Nivelar vertederos
<a href="http://anda.gob.sv">anda.gob.sv</a>			

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**TABLA 14.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA DECANTADOR SECUNDARIO**

<b>3.- Operación deficiente de la extracción de lodos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Válvula dañada</li> <li>b.- Trapos o desechos enredados</li> <li>c.- Excesiva acumulación de lodo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Intentar la apertura de la válvula.</li> <li>b.- Revisar extractor de lodos y canal de conducción,</li> <li>c.- Observar el nivel de lodos en el decantador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Reparar o reemplazar las partes dañadas</li> <li>b.- Remover los desechos</li> <li>c.- Incrementar las purgas de lodo.</li> </ul>
<b>4.- Rebose de espuma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Remoción de espuma</li> <li>b.- Desechos industriales presentes</li> <li>c.- Espuma rancia en los vertederos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>b.- Observar la calidad del influente</li> <li>c.- Observar los vertederos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Remover las espumas más frecuentemente</li> <li>b.- Limitar los aportes de desechos industriales</li> <li>c.- Limpiar los vertederos.</li> </ul>

anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados



**TABLA 14.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA DECANTADOR SECUNDARIO**

<b>5.- Dificultad para remover lodo de la tolva.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Excesiva acumulación de lodo</li> <li>b.- Tubería obstruida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Inspección visual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Realizar un número mayor de purgas al día</li> <li>b.- Abrir más vueltas la válvula de purga o utilizar agua a presión para remover el tapón</li> </ul>
<b>6.- Lodo de purga muy diluido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Caudal de entrada al decantador muy alto,</li> <li>b.- Corto circuito en el tanque,</li> <li>c.- Purga de lodos excesiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Canal de salida del tanque ahogado</li> <li>b.- Fluye lodo hacia la salida del tanque</li> <li>c.- Se deja salir mucha agua al purgar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.- Revisar el motivo del exceso de caudal y, si es posible, regular</li> <li>b.- Ver 7a.</li> <li>c.- Reducir número de purgas.</li> </ul>

anda.gob.sv

 Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados		 TABLA 14.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA DECANADOR SECUNDARIO	
7.- Corto circuito de flujo en el tanque	a.- Mala nivelación de los vertederos b.- Mampara deflectora interior posiblemente dañada	a.- Postura del vertedero o tirante de agua b.- Mampara dañada	a.- Nivelar vertederos b.- Reparar o reemplazar mampara
8.- Desfloculación en el decantador	a.- Aguas residuales ácidas o tóxicas b.- Falta de oxígeno en filtros c.- Filtro sobrecargado d.- Inadecuada relación de nitrógeno y fósforo	a.- Excesiva turbidez en la descarga del decantador	a.- Prevenir el ingreso de los residuos tóxicos b.- Eliminar el encharcamiento en el filtro c.- Revisar la correcta distribución del agua sobre la superficie del filtro d.- Complementar la relación deficiente de N/P.
9.- Desarrollo excesivo de algas en el canal de salida y vertederos	a.- Acumulación de sólidos b.- Exceso de oxígeno en el agua	a.- Inspeccionar la superficie del lecho y canal de salida b.- Medir el oxígeno disuelto a la salida del filtro	a.- Limpieza completa y frecuente del canal de salida

anda.gob.sv

 Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados		 TABLA 15.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PATIOS DE SECADO	
SE PURGAN LODOS DEL REACTOR UASB PRIMERA SEMANA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparar los lechos de secado, abrir la válvula del lecho a poner en operación</li> <li>- Abrir la válvula de la estación de bombeo 3 (EB3), de preferencia iniciar el llenado de la unidad de secado por la mañana</li> <li>- Inundar la unidad de secado con una lámina de aproximadamente 30 cm sobre el nivel del piso del lecho.</li> <li>- En cuanto se alcance el nivel, cerrar la válvula de salida de lodos en la estación de bombeo 3, EB3</li> <li>- Limpiar la EB3 con agua a presión. - Continuar con la purga de lodos del decantador secundario</li> </ul>		
SEGUNDA SEMANA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidad N°1 está en secado</li> <li>- Llenar la unidad de secado N°2</li> <li>- Limpiar EB3 con agua a presión</li> </ul>		

anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**TABLA 15.- GUIA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PATIOS DE SECADO**

<b>TERCERA SEMANA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La unidad de secado N°1 está seca, realizar la extracción del lodo seco.</li> <li>- Llenar la unidad N°3</li> <li>- Limpiar PB2 con agua a presión</li> </ul>
<b>CUARTA SEMANA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llenar la unidad de secado N°1</li> <li>- La unidad de secado N°2 está seca, realizar la extracción de lodo seco.</li> <li>- Limpiar PB2 con agua a presión</li> </ul>
<b>DIARIAMENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar operación y funcionamiento de bombas</li> </ul>
<b>SEMANALMENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con agua a presión romper la capa de lodo flotante en la superficie del digestor. - Limpiar la pared interna del digestor de lodo seco. - Limpiar posibles pedazos de lodo seco que estén regados alrededor de lechos. - Checar válvulas de cajas de entrada a lechos de secado.</li> </ul>
<b>ANUALMENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintar puente del digestor.</li> </ul>

anda.gob.sv

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**TABLA 16.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA LECHOS DE SECADO**

INDICADORES/ OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	VERIFICACIÓN	SOLUCIONES
1.- No llegan lodos al digestor	a.- Taponamiento de las tuberías de conducción	a.- Revisar cajas	a.- Limpiar con agua a presión
2.- Distribución desapareja del lodo sobre superficie del lecho de secado	a.- Obstrucción en los canales de entrada al lecho b.- Compuertas de caja derivadora mal colocadas o descompuestas	a.- Observación de canal b.- Observación de las compuertas.	a.- Limpieza del canal b.- Reparación de compuertas
5.- Ahogo de la estación de bombeo EB3	a.- Falla de la bomba.		a.- Ver guía de reparación de bomba,
6.- No fluye lodo a estación de bombeo EB3.	a.- Taponamiento de tubería de salida de lodos b.- Válvula cerrada.		a.- Elevar el nivel de agua sobre el nivel normal de operación para crear una mayor presión en la línea y lograr destapar, b.- Abrir válvula.

**ANDA** Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

**TABLA 16.- GUIA PARA CORRECCIÓN DE PROBLEMAS OPERACIONALES EN LA PLANTA LECHOS DE SECADO**

7.- Bomba de lodos de estación de bombeo N° 3 no funciona.	Ver punto 5.-		ver punto 5.-
8.- Bomba de EB3, funciona, pero no llega lodo a lechos de secado	a.- Tubería de salida taponada. b.- Válvula de salida de EB3 cerrada b.- Válvula de llegada de lechos cerrada.		a.- Destapar la tubería con agua a presión, b.- Abrir la válvula, c.- Abrir la válvula.
9.- Lecho de secado lleno y no seca los lodos después de un tiempo normal.	a.- Tubería de drenado de lecho obstruida b.- Piso de lecho seco y no permite el drenado del lodo húmedo de la superficie.	a y b.- La humedad del lodo es alta y no permite ser sacado con pala.	a.- Limpiar con agua a presión b.- Con un rastrillo hacer canales a lo largo del lecho para permitir drenado de agua de la superficie.
10.- El lodo recién esparcido sobre el lecho genera malos olores.	a.- El lodo del digestor fue extraído muy rápido y no estuvo el tiempo requerido de digestión (mínimo 30 días)	a.- La humedad del lodo es alta y no permite ser sacado con pala	a.- Esperar una semana más para ser removido, b.- Esparcir cal sobre la superficie.

anda.gob.sv

**ANDA** agua para todos

Administración Nacional de Acueductos de Alcantarillados

REPUBLICA DE EL SALVADOR

# GRACIAS

anda.gob.sv

【写真】





