



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE Y AGUA

VICEMINISTERIO DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO BÁSICO

# Guía técnica para la selección y diseño de líneas de tratamiento de aguas residuales



## Anexos

## Contenido

Anexo 1	Detalles constructivos
Anexo 2	Cuadro de precios
Anexo 3	Glosario de términos
Anexo 4	Glosario de unidades



Anexos

# Guía técnica para la selección y diseño de líneas de tratamiento de aguas residuales

Autoría:



FUNDACIÓN PÚBLICA ANDALUZA  
CENTRO DE LAS NUEVAS  
TECNOLOGÍAS DEL AGUA (CENTA)  
Consejería de Agricultura, Ganadería,  
Pesca y Desarrollo Sostenible

Con la colaboración de:



MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

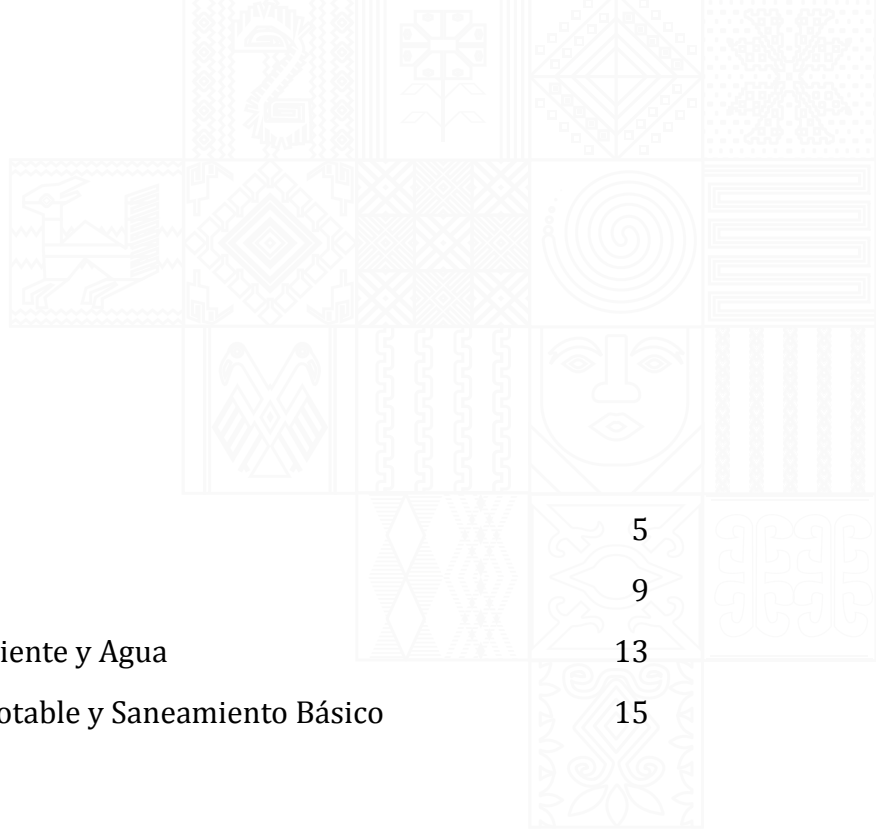
MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
Y EXPERIMENTACIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS

Con el apoyo de:







## Contenido

Prefacio	5
Resolución Ministerial	9
Presentación - Ministro de Medio Ambiente y Agua	13
Presentación - Viceministro de Agua Potable y Saneamiento Básico	15

### MÓDULO 0

#### **Capítulo 1 Introducción 31**

1.1 Antecedentes y justificación	33
1.2 Objetivos	34
1.3 Enfoque	35
1.4 Metodología	37
1.5 Estructura de la Guía técnica para la selección y diseño de líneas de tratamiento de aguas residuales	37
Referencias bibliográficas	41

#### **Capítulo 2 Condicionantes del desarrollo del tratamiento de las aguas residuales en Bolivia 43**

2.1 Características del territorio	46
2.1.1 Organización administrativa	46
2.1.2 Demografía	47
2.1.3 Zonas ecológicas y climatología	50
2.1.4 Usos y calidad de las masas de agua	53
2.2 Saneamiento	54
2.2.1 Marco competencial	54
2.2.2 Marco normativo	57

2.2.3	Planificación	60
2.2.4	Gestión	61
2.2.5	El estado actual del saneamiento	62
2.2.6	Gestión de los residuos	72
2.2.7	Gestión de las aguas pluviales	74
	Referencias bibliográficas	75

### **Capítulo 3 La contaminación de las aguas y su tratamiento 77**

3.1	La contaminación de las aguas	79
3.2	Los principales contaminantes de las aguas residuales	81
3.3	El tratamiento de las aguas residuales urbanas	85
3.1.1	Mecanismos de eliminación de los contaminantes	86
	Referencias bibliográficas	99

## **MÓDULO 1**

### **Capítulo 4 Información básica para la redacción de proyectos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) 115**

4.1	Normas técnicas existentes	118
4.2	Información de carácter administrativo	119
4.3	Población servida y población horizonte del proyecto	120
4.4	Instalaciones existentes de abastecimiento, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales	124
4.5	Gestión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento	127
4.6	Condicionantes para la selección del terreno en el que ubicar la PTAR	128
4.7	Condicionantes climáticas y geográficas del área de intervención	131
4.8	La gestión de las aguas de lluvia	132
4.9	Características del agua residual a tratar (caudales y cargas contaminantes), en los distintos horizontes temporales previstos	133
4.9.1	Campañas de aforo y muestreo de las aguas residuales	135
4.9.2	Estimación de los caudales y cargas a tratar en la PTAR	138

4.10	Calidad exigida al efluente tratado	141
4.11	Posible reúso de los efluentes tratados	143
	Referencias bibliográficas	146
<b>Capítulo 5 Líneas de tratamiento adoptadas y aspectos considerados en los dimensionamientos básicos</b>		<b>147</b>
5.1	Consideraciones previas	150
5.2	Análisis de los tratamientos a considerar	151
5.2.1	Pretratamiento	152
5.2.2	Tratamientos primarios	152
5.2.3	Tratamientos anaerobios	153
5.2.4	Tratamientos extensivos	156
5.2.5	Tratamientos intensivos	158
5.2.6	Tratamientos de desinfección	161
5.2.7	Tratamiento de lodos	163
5.3	Líneas de tratamiento adoptadas	167
5.3.1	Tratamientos anaerobios	168
5.3.2	Tratamientos extensivos	169
5.3.3	Tratamientos intensivos	172
5.4	Aspectos considerados en cada tratamiento	174
5.4.1	Fundamentos	174
5.4.2	Rendimientos	174
5.4.3	Producción de lodos	175
5.4.4	Generación de biogás	175
5.4.5	Consumo de energía eléctrica	175
5.4.6	Dimensionamiento	175
5.4.7	Líneas de tratamiento	176
5.4.8	Características de las líneas de tratamiento	176
5.5	Dimensionamientos básicos a efectos de comparar tecnologías	179
5.5.1	Bases de partida	179
5.5.2	Consideraciones para las estimaciones de superficie, costos de construcción y de operación y mantenimiento	183
	Referencias bibliográficas	192



<b>Capítulo 6</b>	<b>Pozo de gruesos, obra de llegada, pretratamiento, medición de caudal y tratamientos primarios</b>	<b>193</b>
6.1	Pozo de gruesos	196
6.2	Obra de llegada	197
6.2.1	Descripción y fundamentos	197
6.2.2	Criterios de dimensionamiento	198
6.2.3	Operación y mantenimiento	200
6.3	Pretratamiento	200
6.3.1	Desbaste	201
6.3.2	Desarenado	213
6.3.3	Desengrasado	221
6.3.4	Desarenado-desengrasado	224
6.3.5	Características constructivas de las etapas del pretratamiento	226
6.3.6	Operación y mantenimiento de las etapas del pretratamiento	228
6.3.7	Pretratamiento manual <i>vs.</i> mecanizado	232
6.4	Medición de caudales	233
6.4.1	Medición de caudal en canales abiertos	234
6.4.2	Medidores de caudal en conducciones en carga	236
6.4.3	Operación y mantenimiento	238
6.5	Tratamientos primarios	239
6.5.1	Tanque Sépticos	239
6.5.2	Tanques Imhoff	248
6.5.3	Sedimentación Primaria	258
	Referencias bibliográficas	269

## MÓDULO 2

### Capítulo 7 Tratamientos secundarios **287**

7.1	Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA)	289
7.1.1	Fundamentos	289
7.1.2	Rendimientos	292
7.1.3	Producción de lodos	293
7.1.4	Generación de biogás	293
7.1.5	Consumo de energía eléctrica	293



7.1.6	Dimensionamiento	293
7.1.7	Línea de tratamiento propuesta	296
7.1.8	Características constructivas	308
7.1.9	Operación y mantenimiento	313
7.1.10	Ventajas e inconvenientes	315
<b>Referencias bibliográficas</b>		<b>316</b>
<b>7.2</b>	<b>Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA)</b>	<b>317</b>
7.2.1	Fundamentos	317
7.2.2	Rendimientos	322
7.2.3	Producción de lodos	322
7.2.4	Generación de biogás	323
7.2.5	Consumo de energía eléctrica	324
7.2.6	Dimensionamiento	324
7.2.7	Línea de tratamiento propuesta	334
7.2.8	Características constructivas	346
7.2.9	Operación y mantenimiento	358
7.2.10	Ventajas e inconvenientes	360
<b>Referencias bibliográficas</b>		<b>362</b>
<b>7.3</b>	<b>Lagunas de Estabilización</b>	<b>364</b>
7.3.1	Fundamentos	364
7.3.2	Rendimientos	370
7.3.3	Producción de lodos	375
7.3.4	Consumo de energía eléctrica	376
7.3.5	Dimensionamiento	376
7.3.6	Línea de tratamiento propuesta	388
7.3.7	Características constructivas	403
7.3.8	Operación y mantenimiento	409
7.3.9	Ventajas e inconvenientes	411
<b>Referencias bibliográficas</b>		<b>413</b>
<b>7.4</b>	<b>Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial</b>	<b>415</b>
7.4.1	Fundamentos	415
7.4.2	Rendimientos	419
7.4.3	Producción de lodos	420
7.4.4	Consumo de energía eléctrica	420
7.4.5	Dimensionamiento	420

7.4.6	Líneas de tratamiento propuestas	430
7.4.7	Características constructivas	450
7.4.8	Operación y mantenimiento	457
7.4.9	Ventajas e inconvenientes	458
	<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>460</b>
<b>7.5</b>	<b>Lombrifiltros</b>	<b>461</b>
7.5.1	Fundamentos	461
7.5.2	Rendimientos	464
7.5.3	Producción de lodos	464
7.5.4	Consumo de energía eléctrica	465
7.5.5	Dimensionamiento	465
7.5.6	Línea de tratamiento propuesta	471
7.5.7	Características constructivas	484
7.5.8	Operación y mantenimiento	492
7.5.9	Ventajas e inconvenientes	493
	<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>495</b>
<b>7.6</b>	<b>Filtros Percoladores</b>	<b>496</b>
7.6.1	Fundamentos	496
7.6.2	Rendimientos	501
7.6.3	Producción de lodos	503
7.6.4	Consumo de energía eléctrica	503
7.6.5	Dimensionamiento	503
7.6.6	Líneas de tratamiento propuesta	515
7.6.7	Características constructivas	555
7.6.8	Operación y mantenimiento	565
7.6.9	Ventajas e inconvenientes	568
	<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>569</b>
<b>7.7</b>	<b>Contactores Biológicos Rotativos (CBR)</b>	<b>570</b>
7.7.1	Fundamentos	570
7.7.2	Rendimientos	574
7.7.3	Producción de lodos	574
7.7.4	Consumo de energía eléctrica	575
7.7.5	Dimensionamiento	575
7.7.6	Líneas de tratamiento propuesta	585
7.7.7	Características constructivas	608

7.7.8 Operación y mantenimiento	612
7.7.9 Ventajas e inconvenientes	614
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>615</b>
<b>7.8 Aireación Extendida</b>	<b>617</b>
7.8.1 Fundamentos	617
7.8.2 Rendimientos	620
7.8.3 Producción de lodos	621
7.8.4 Consumo de energía eléctrica	621
7.8.5 Dimensionamiento	621
7.8.6 Línea de tratamiento propuesta	650
7.8.7 Características constructivas	664
7.8.8 Operación y mantenimiento	668
7.8.9 Ventajas e inconvenientes	669
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>670</b>

## **MÓDULO 3**

<b>Capítulo 8 Tratamientos para la eliminación de nutrientes</b>	<b>687</b>
8.1 Nitrificación	690
8.1.1 Oxidación de carbono y nitrificación en una sola etapa	693
8.2 Eliminación de nitrógeno	697
8.2.1 Desnitrificación	697
8.3 Eliminación de fósforo	706
8.3.1 Eliminación biológica de fósforo	706
8.3.2 Eliminación química del fósforo	710
8.4 Eliminación conjunta de nitrógeno y fósforo	712
8.4.1 Proceso A <sup>2</sup> /O	713
8.4.2 Reactores SBR	714
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>715</b>

## **Capítulo 9 Tratamientos de desinfección 717**

9.1 Características de las aguas tratadas de las diferentes líneas de tratamiento propuestas, a efectos de su desinfección	721
9.2 Tratamientos de desinfección aplicables a las aguas residuales tratadas	721
9.2.1 Cloración	722
9.2.2 Radiación UV	735
9.2.3 Lagunas de Maduración	751
9.2.4 Humedales Artificiales de Flujo Superficial	755
9.3 Selección de tratamientos para la desinfección de las aguas tratadas	763
9.3.1 Líneas de desinfección propuestas	764
Referencias bibliográficas	772

## **Capítulo 10 Reúso de las aguas tratadas 775**

10.1 Visión general del reúso de las aguas tratadas	777
10.2 Beneficios y riesgos del reúso de las aguas tratadas	780
10.2.1 Riesgos del reúso de las aguas tratadas para la salud	782
10.2.2 Evaluación de riesgos en el reúso de las aguas tratadas	785
10.3 Pautas y normativas sobre el reúso de las aguas tratadas	786
10.3.1 Panorámica general	786
10.4 Estado del reúso de las aguas tratadas en Bolivia y en países limítrofes	797
10.4.1 La situación del reúso de aguas tratadas en Bolivia	797
10.4.2 El reúso de aguas tratadas en Brasil	801
10.4.3 El reúso de aguas tratadas en Chile	801
10.4.4 El reúso de aguas tratadas en Paraguay	802
10.4.5 El reúso de aguas tratadas en Perú	803
10.4.6 El reúso de las aguas tratadas en México	804
10.5 Tecnologías de regeneración	804
10.5.1 Tratamientos fisicoquímicos	805
10.5.2 Filtración	810
10.5.3 Tamices	816
10.5.4 Membranas	818
10.6 Esquema básico de un sistema de reúso	819
Referencias bibliográficas	821

<b>Capítulo 11 Tratamiento de lodos</b>	<b>825</b>
11.1 Producción y características de los lodos	828
11.2 Tecnologías de tratamiento	830
11.2.1 Espesamiento de lodos	832
11.2.2 Estabilización de lodos	842
11.2.3 Acondicionamiento de los lodos	857
11.2.4 Deshidratación de lodos	861
11.3 Líneas de tratamiento de lodos propuestas para los dimensionamientos básicos	900
Referencias Bibliográficas	908
<b>Capítulo 12 Criterios de selección de las líneas de tratamiento</b>	<b>911</b>
12.1 Elementos de los problemas de decisión	915
12.2 Metodología multicriterio aplicada a la selección de tratamientos de las aguas residuales	918
12.2.1 Conocimiento técnico	920
12.2.2 Estudios previos	921
12.2.3 Criterios de selección	921
12.3 Los criterios limitantes	948
12.4 La ponderación de los criterios de selección	950
12.5 La valoración de cada alternativa respecto a cada criterio de selección	951
12.6 La matriz de decisión	952
12.7 La selección final	954
Referencias bibliográficas	955
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1 Detalles constructivos	971
Anexo 2 Cuadro de precios	989
Anexo 3 Glosario de términos	995
Anexo 4 Glosario de unidades	1047



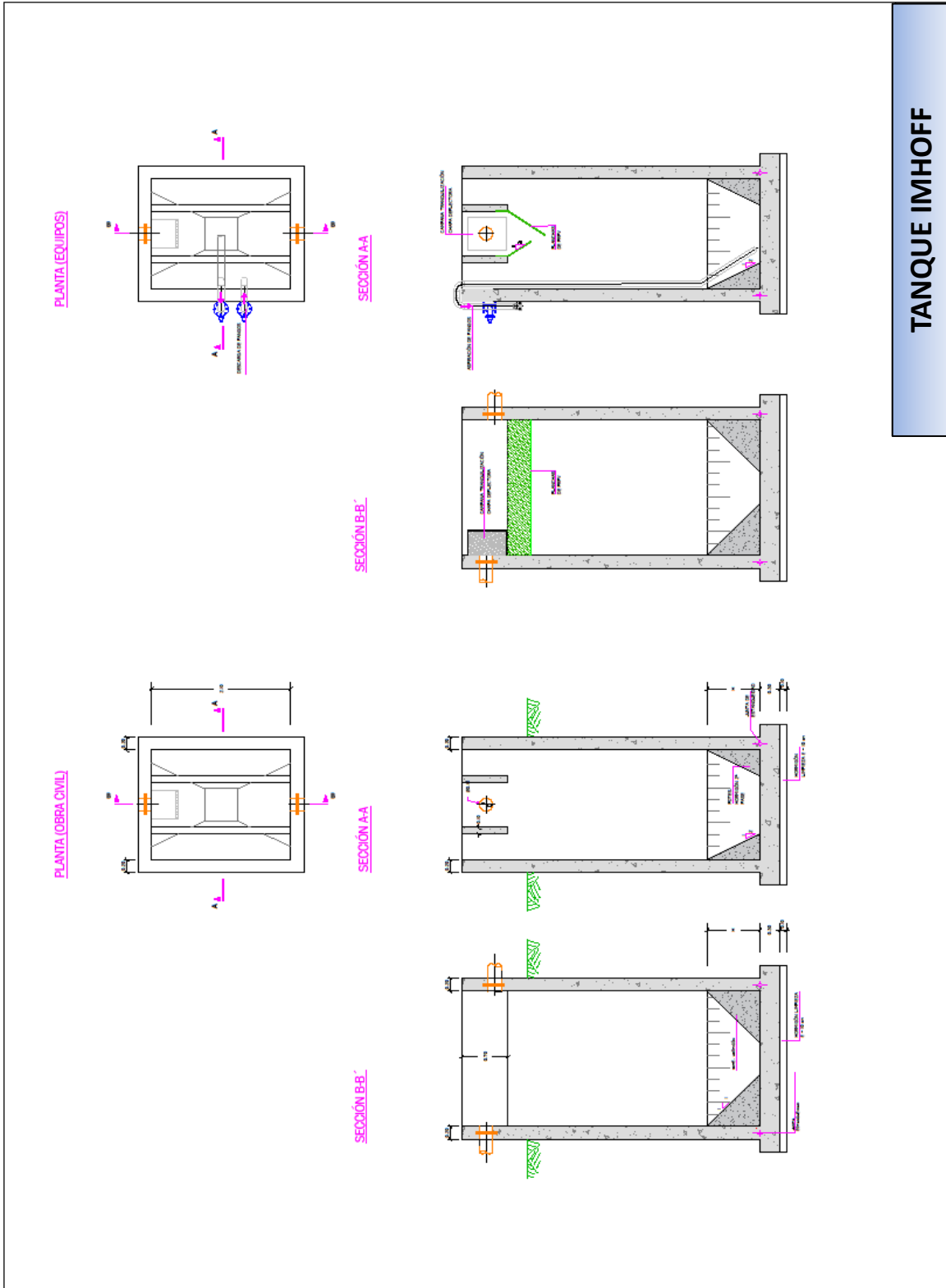
# Anexo 1

## Detalles constructivos

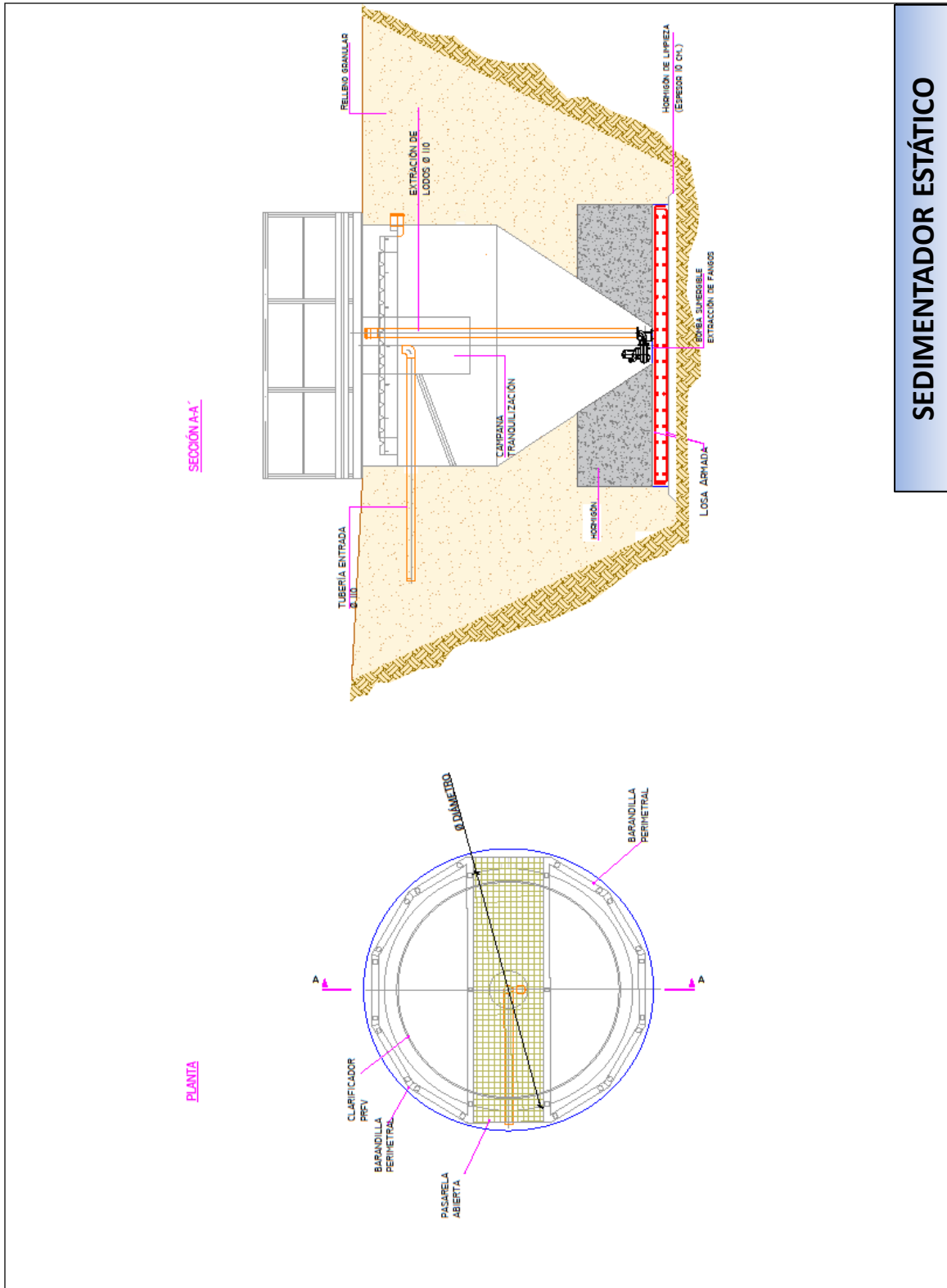




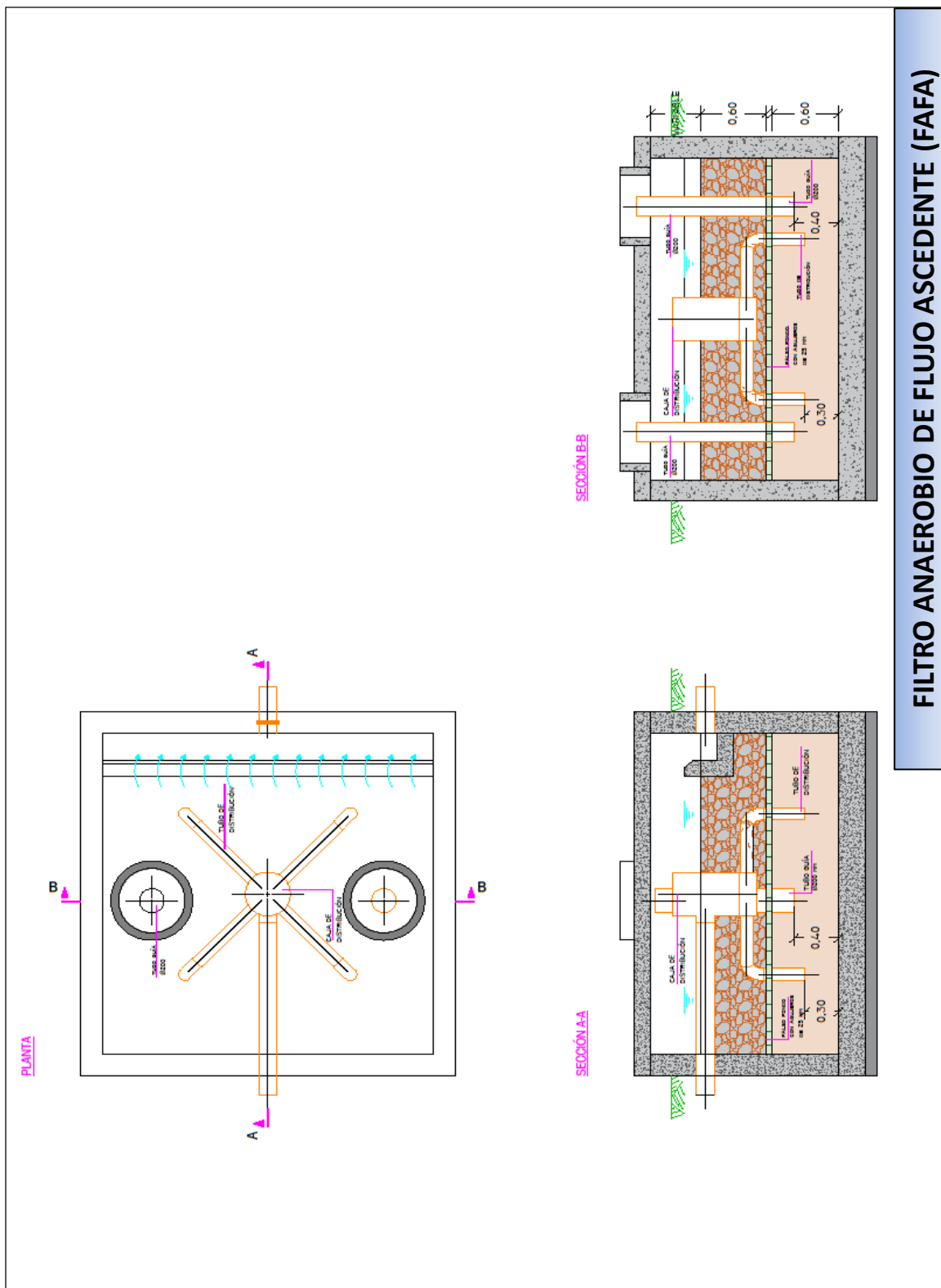




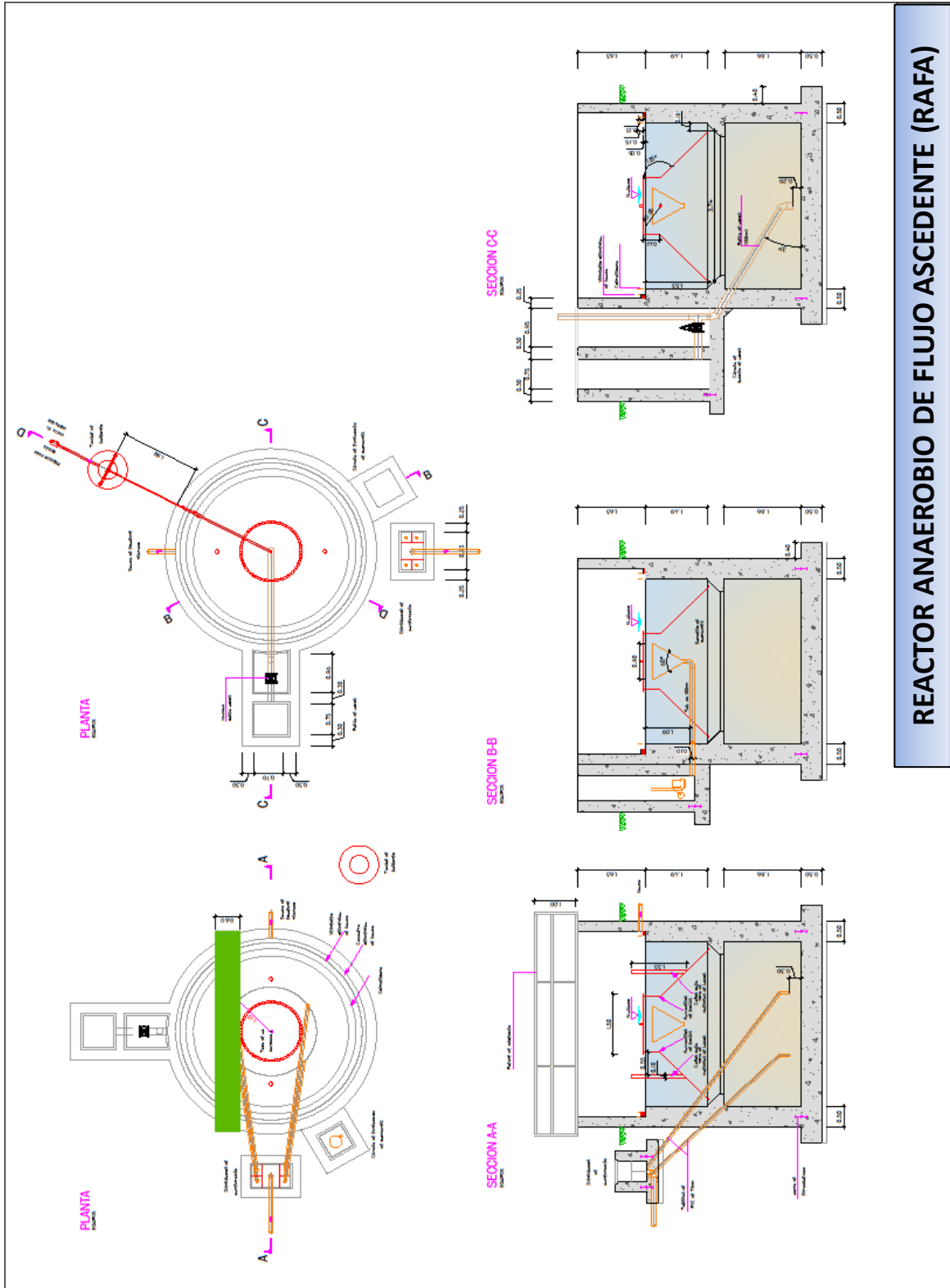
TANQUE IMHOFF



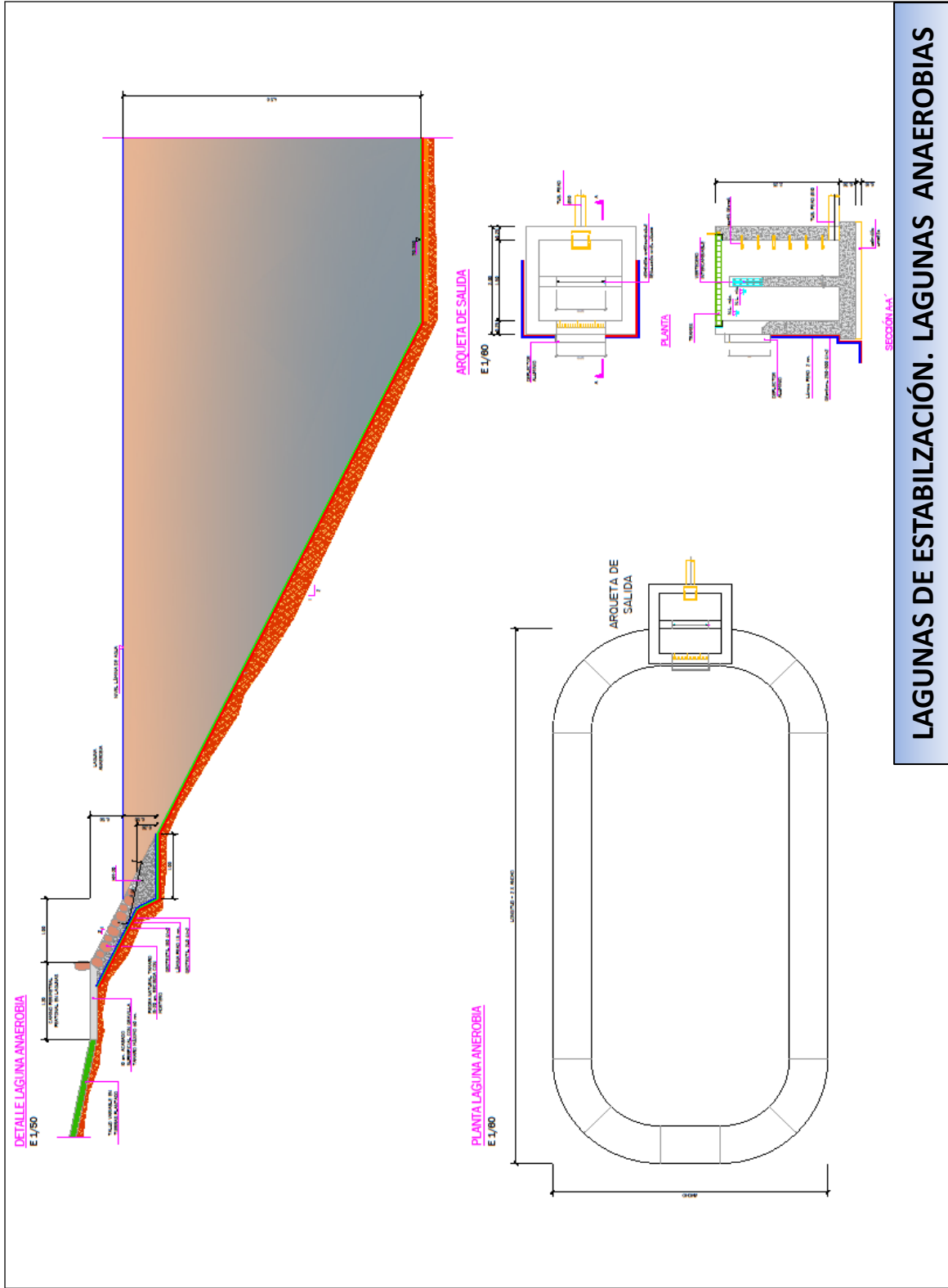
**SEDIMENTADOR ESTÁTICO**



**FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCEDENTE (FAFA)**



**REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCEDENTE (RAFA)**

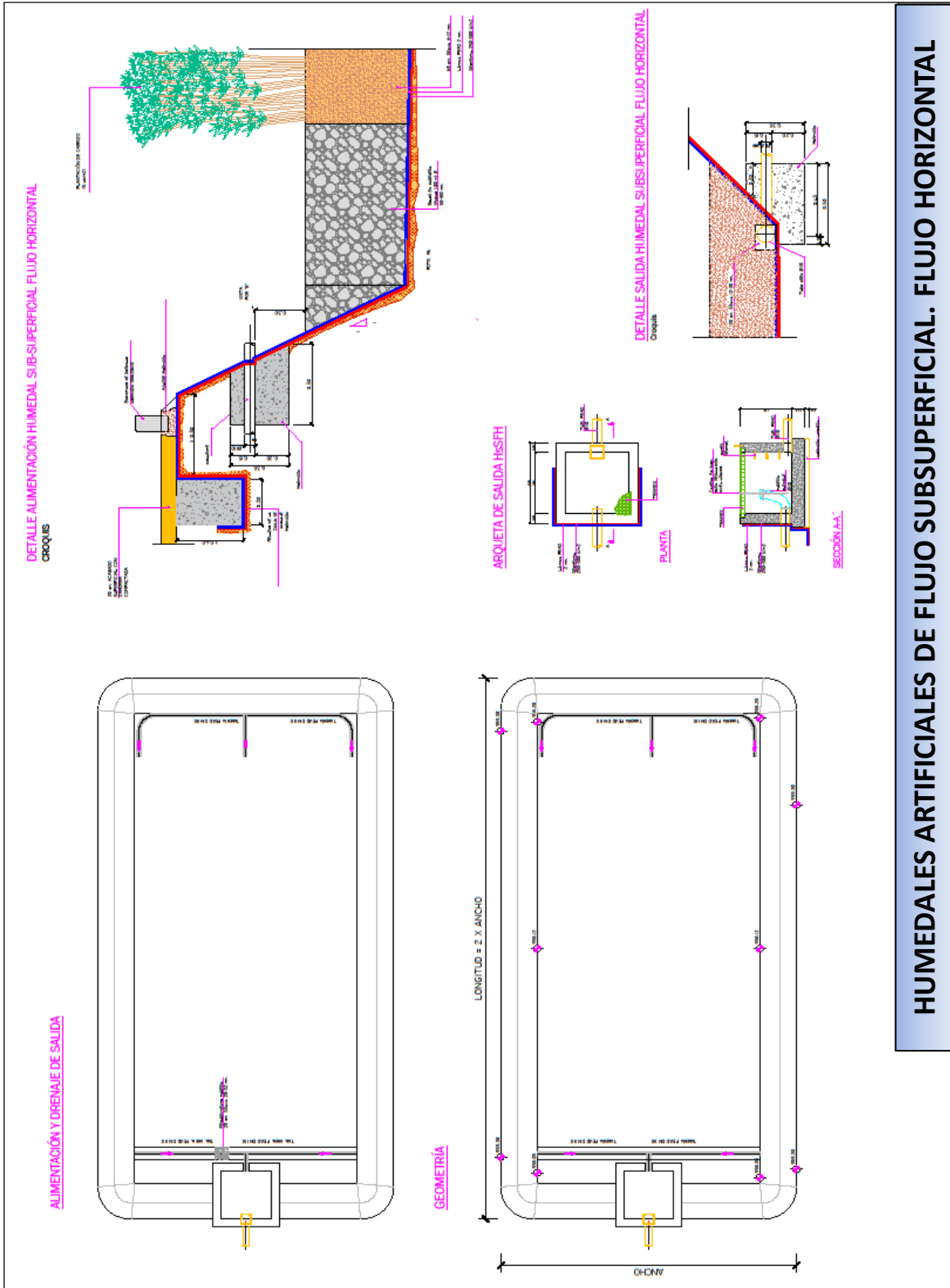


LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN. LAGUNAS ANEROBIAS

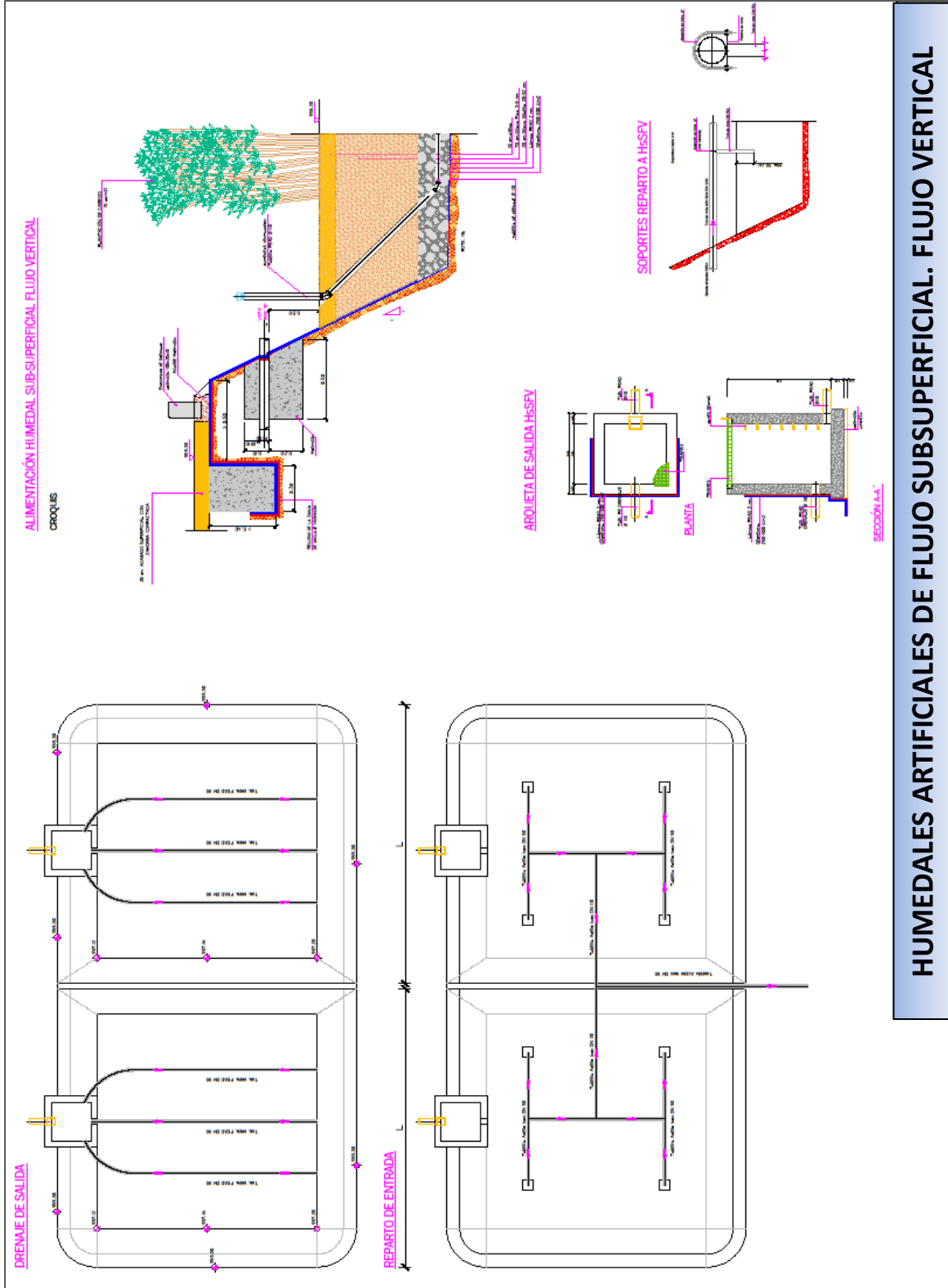








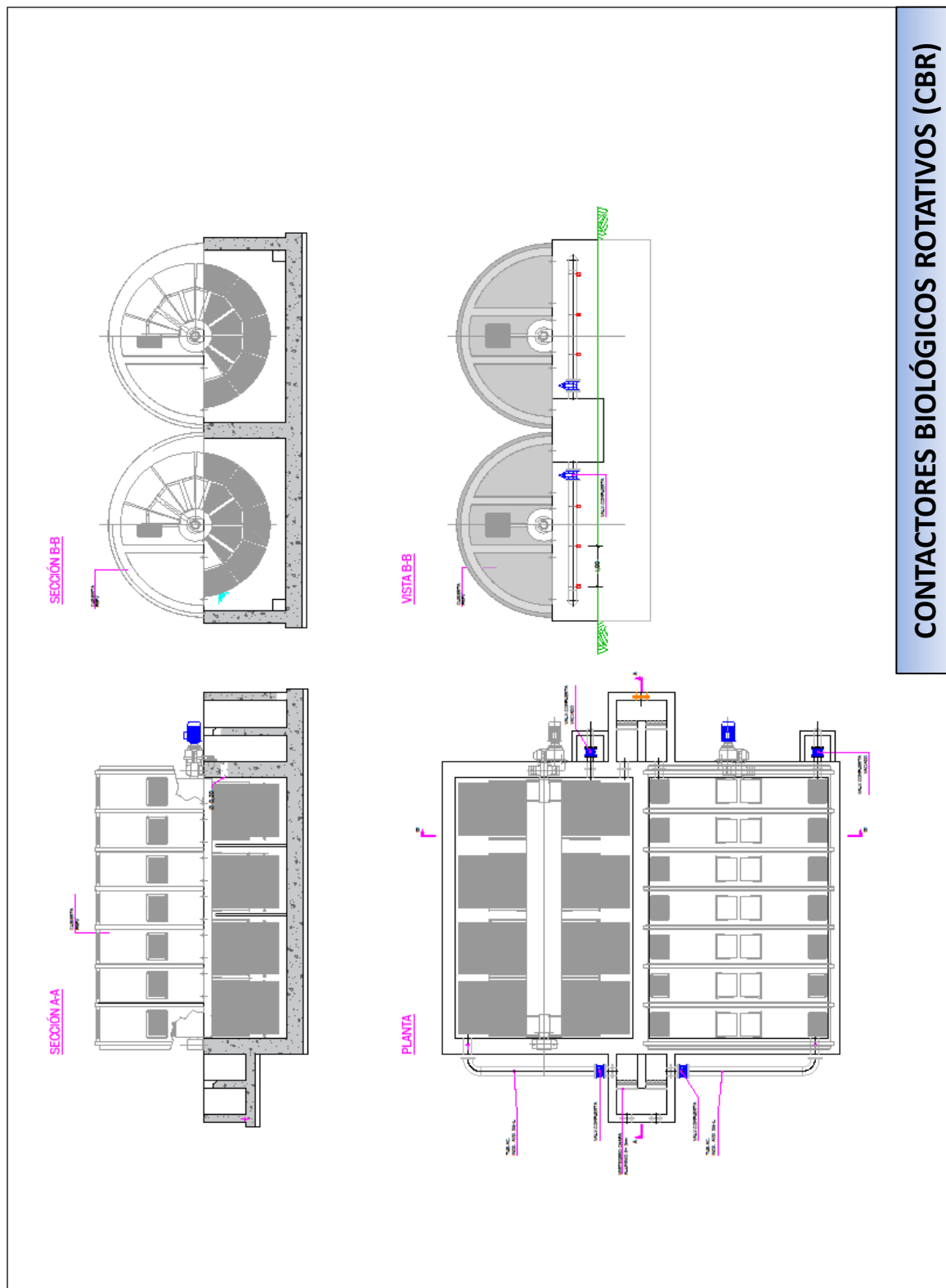
**HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL. FLUJO HORIZONTAL**



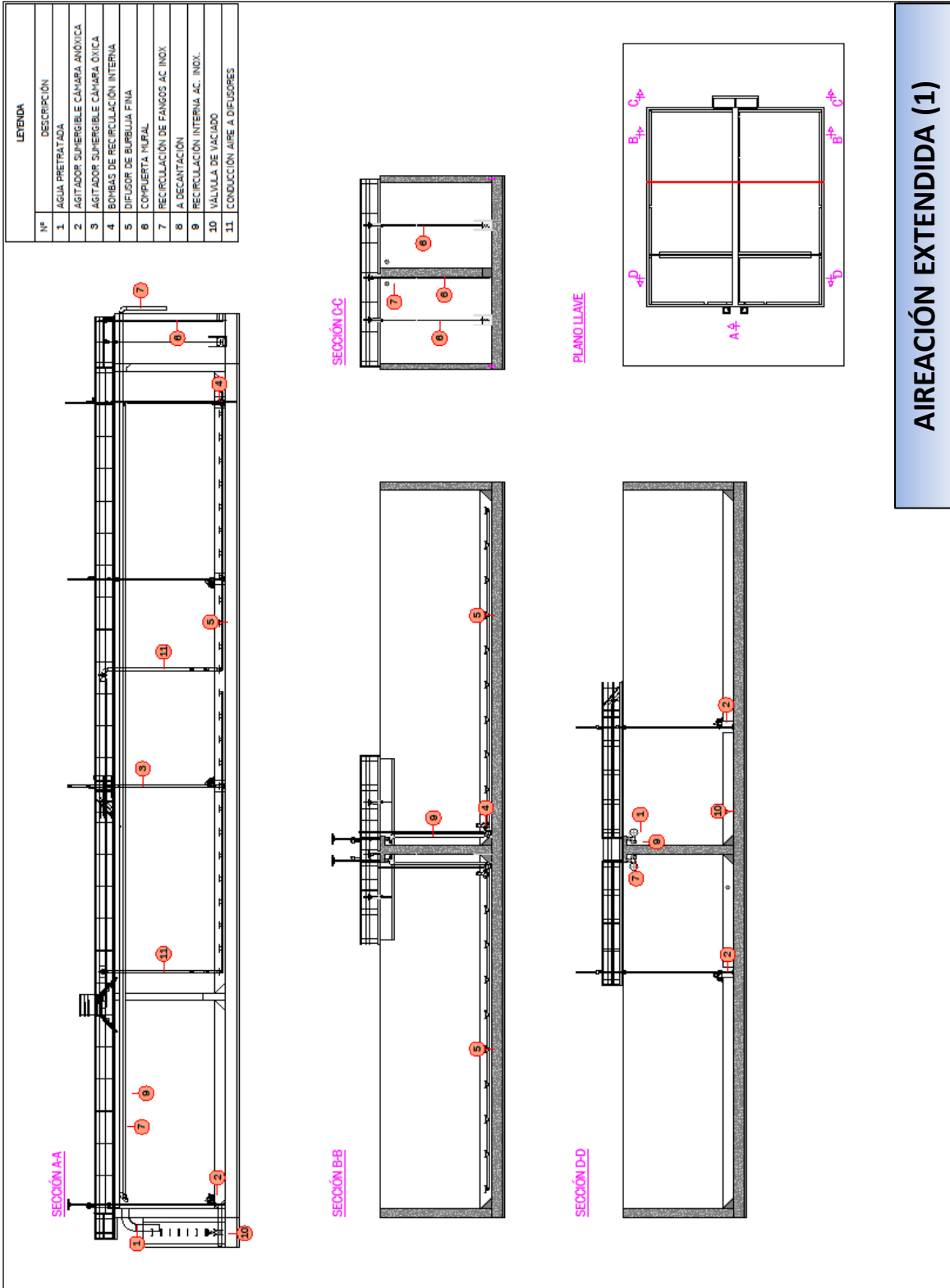
**HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL. FLUJO VERTICAL**





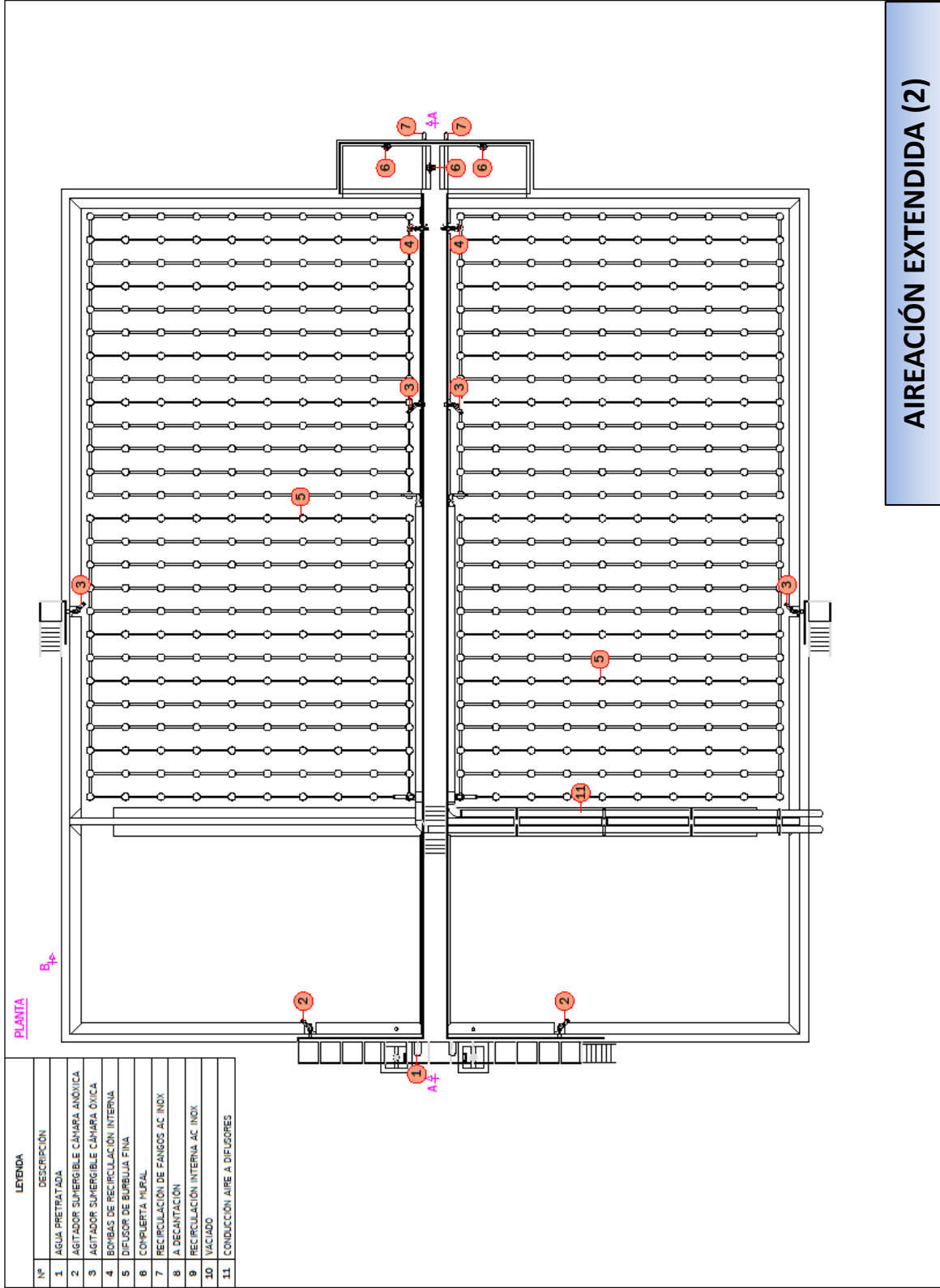


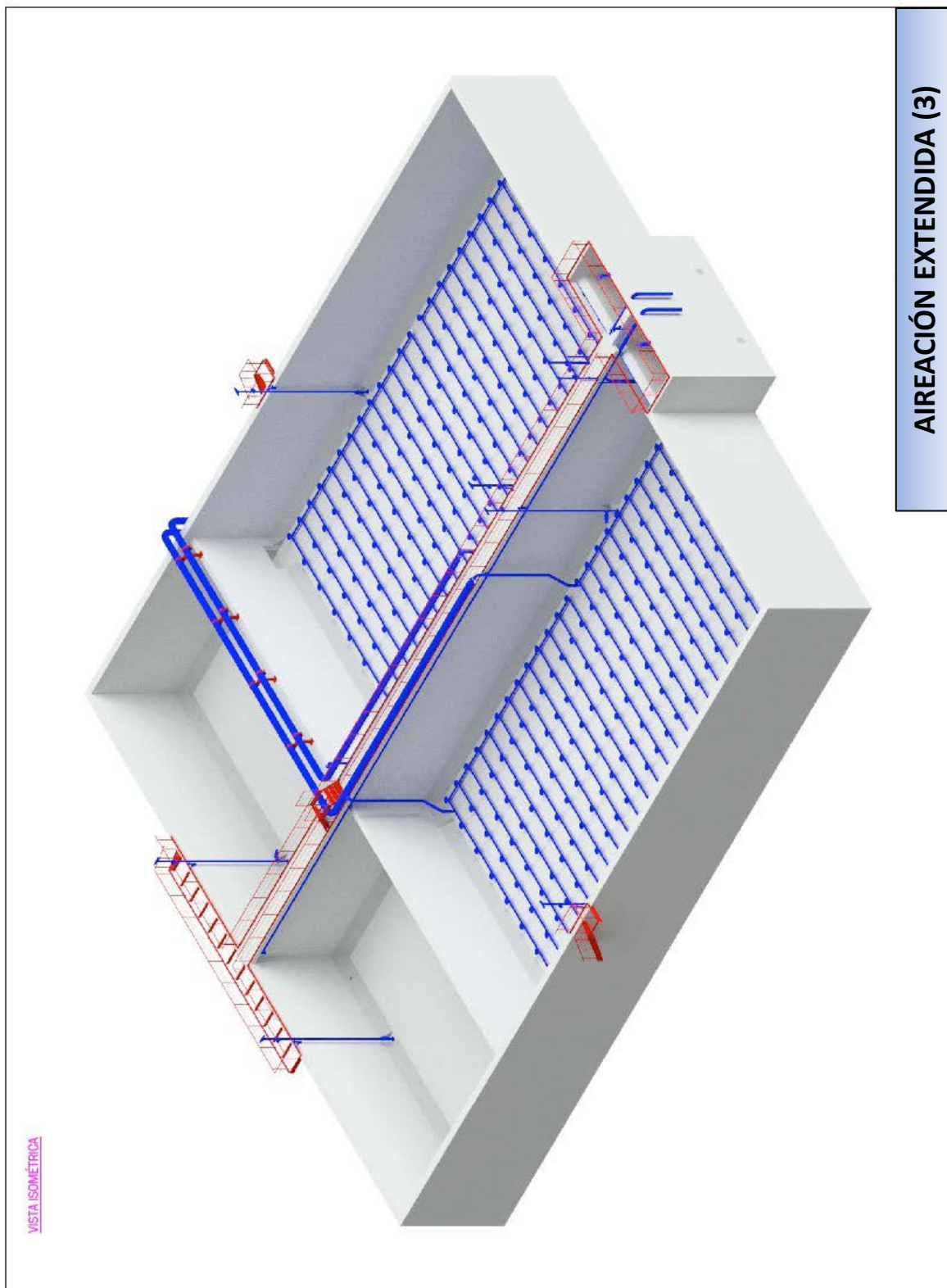
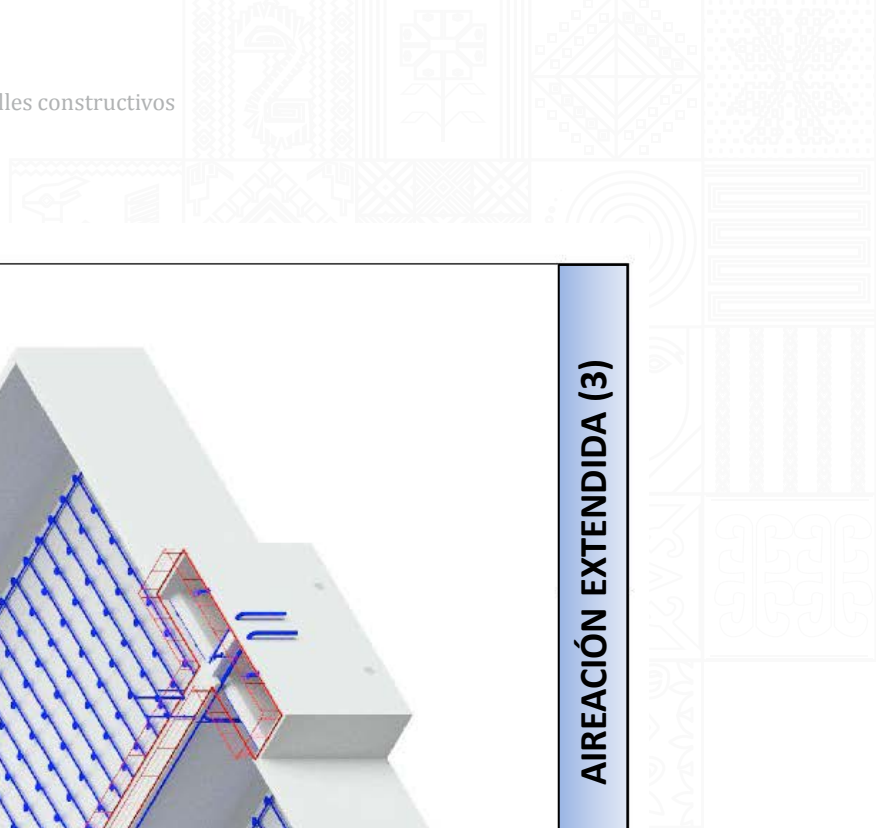
**CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS (CBR)**



**AIREACIÓN EXTENDIDA (1)**













**Precios unitarios de obra civil y equipos.**

Concepto	Unidad	Bolivianos (Bs)
Acero inoxidable colocado	kg	112,00
Bomba dosificadora hipoclorito hasta 50 l/h	Ud.	9.600,00
Bomba dosificadora hipoclorito hasta 200 l/h	Ud.	16.000,00
Bombeo elevación a Filtro Percolador, diámetro filtro 5 m	Ud.	36.049,00
Bombeo elevación a Filtro Percolador, diámetro filtro 10 m	Ud.	62.529,00
Bombeo elevación a Filtro Percolador, diámetro filtro 15 m	Ud.	89.009,00
Bombeo elevación a Filtro Percolador, diámetro filtro 20 m	Ud.	115.489,00
Bombeo elevación a Filtro Percolador, diámetro filtro 25 m	Ud.	141.969,00
Bombeo recirculación y purga de lodos en sedimentadores, diámetro 5 m	Ud.	22.898,00
Bombeo recirculación y purga de lodos en sedimentadores, diámetro 10 m	Ud.	31.963,00
Bombeo recirculación y purga de lodos en sedimentadores, diámetro 15 m	Ud.	41.028,00
Bombeo recirculación y purga de lodos en sedimentadores, diámetro 20 m	Ud.	50.093,00
Brazo distribuidor Filtro Percolador, diámetro filtro 5 m	Ud.	54.734,00
Brazo distribuidor Filtro Percolador, diámetro filtro 10 m	Ud.	97.514,00
Brazo distribuidor Filtro Percolador, diámetro filtro 15 m	Ud.	140.294,00
Brazo distribuidor Filtro Percolador, diámetro filtro 20 m	Ud.	183.074,00
Brazo distribuidor Filtro Percolador, diámetro filtro 25 m	Ud.	225.854,00
Camino consolidado en ripio	m <sup>2</sup>	140,61
Caseta de operación y mantenimiento	m <sup>2</sup>	4.000,00
Cerramiento perimetral mediante valla metálica de 2 m de altura	ml	221,16
Caudalímetro electromagnético DN25	Ud.	10.880,00
Caudalímetro electromagnético DN50	Ud.	11.177,50
Caudalímetro electromagnético DN100	Ud.	12.155,00
Caudalímetro electromagnético DN150	Ud.	13.591,50
Caudalímetro electromagnético DN200	Ud.	14.178,00
Depósito almacenamiento hipoclorito 0,2 m <sup>3</sup>	Ud.	1.834,54
Depósito almacenamiento hipoclorito 0,4 m <sup>3</sup>	Ud.	2.877,35
Depósito almacenamiento hipoclorito 0,9 m <sup>3</sup>	Ud.	4.580,50
Depósito almacenamiento hipoclorito 1,8 m <sup>3</sup>	Ud.	9.088,25
Depósito almacenamiento hipoclorito 3,5 m <sup>3</sup>	Ud.	18.804,21
Depósito almacenamiento hipoclorito 10,3 m <sup>3</sup>	Ud.	52.115,00
Equipamiento CBR (rotor y cubierta) hasta 2.000 m <sup>2</sup> de rotor	Ud.	249.943,00
Equipamiento CBR (rotor y cubierta) hasta 5.000 m <sup>2</sup> de rotor	Ud.	624.858,00
Equipamiento CBR (rotor y cubierta) hasta 10.000 m <sup>2</sup> de rotor	Ud.	1.249.715,00
Equipamiento CBR (rotor y cubierta) hasta 15.000 m <sup>2</sup> de rotor	Ud.	1.974.573,00
Equipamiento CBR (rotor y cubierta) hasta 20.000 m <sup>2</sup> de rotor	Ud.	2.499.430,00

## Cuadro de precios

Concepto	Unidad	Bolivianos (Bs)
Equipamiento Aireación Extendida (soplantes, difusores) hasta 100 m <sup>3</sup> vol. reactor	Ud.	40.071,00
Equipamiento Aireación Extendida (soplantes, difusores) hasta 500 m <sup>3</sup> vol. reactor	Ud.	137.271,00
Equipamiento Aireación Extendida (soplantes, difusores) hasta 1.000 m <sup>3</sup> vol. reactor	Ud.	258.771,00
Equipamiento Aireación Extendida (soplantes, difusores) hasta 5.000 m <sup>3</sup> vol. reactor	Ud.	1.230.771,00
Equipamiento Aireación Extendida (soplantes, difusores) hasta 10.000 m <sup>3</sup> vol. reactor	Ud.	2.445.771,00
Equipamiento Aireación Extendida (soplantes, difusores) hasta 15.000 m <sup>3</sup> vol. reactor	Ud.	3.660.771,00
Equipo de filtración por arena a presión, capacidad 100 m <sup>3</sup> /h	Ud.	453.741,00
Equipo de filtración por arena a presión, capacidad 200 m <sup>3</sup> /h	Ud.	828.941,00
Equipo de filtración por arena a presión, capacidad 300 m <sup>3</sup> /h	Ud.	1.204.141,00
Excavación a cielo abierto, medios mecánicos	m <sup>3</sup>	48,58
Falso fondo para Filtros Percoladores	m <sup>2</sup>	1.440,00
Geotextil 80 g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	4,18
Hormigón armado en losas (cuantía de acero 60 kg)	m <sup>3</sup>	5.071,75
Hormigón armado en muros alzados (cuantía acero 80 kg)	m <sup>3</sup>	8.626,00
Lámina de PEAD de 1 mm de espesor	m <sup>2</sup>	30,00
Material filtrante para Lombrifiltros	m <sup>3</sup>	280,00
Puente desarenador-desengrasador aireado, 25.000 habitantes	Ud.	100.000,00
Puente desarenador-desengrasador aireado, 50.000 habitantes	Ud.	125.000,00
Puente sedimentador dinámico, diámetro 5 m	Ud.	69.484,00
Puente sedimentador dinámico, diámetro 10 m	Ud.	126.079,00
Puente sedimentador dinámico, diámetro 15 m	Ud.	180.674,00
Puente sedimentador dinámico, diámetro 20 m	Ud.	236.269,00
Reja de desbaste de limpieza manual, 1.000 habitantes	Ud.	4.000,00
Reja de desbaste de limpieza manual, 2.000 habitantes	Ud.	5.000,00
Reja de desbaste de limpieza manual, 5.000 habitantes	Ud.	6.000,00
Reja de desbaste de limpieza manual, 10.000 habitantes	Ud.	7.000,00
Reja de desbaste de limpieza mecanizada, 25.000-50.000 habitantes	Ud.	200.000,00
Relleno con material procedente de excavación	m <sup>3</sup>	81,73
Relleno de áridos para FAFA, Filtro Percolador, Humedales Artificiales, Lechos Secado	m <sup>3</sup>	200,00
Relleno plástico para Filtro Percolador	m <sup>3</sup>	960,00
Sifón alimentación Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical	Ud.	22.400,00
Soplante desarenador/desengrasador aireado, (25.000-50.000 habitantes)	Ud.	120.000,00

Ud.: unidad  
ml: metro lineal



**PRECIOS UNITARIOS OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Concepto	Importe (Bs)
Costo medio de la energía eléctrica	1,00 Bs/kWh
Costos del personal:	
• Técnico	7.400,00 Bs/mes
• Técnico electromecánico	6.000,00 Bs/mes
• Operador	5.000,00 Bs/mes
• Sereno	3.200,00 Bs/mes
Equipos de protección personal y seguridad (EPPS)	
• Casco	70,00 Bs
• Gafas de seguridad	35,00 Bs
• Mascarilla desechable de un filtro	35,00 Bs
• Tapones premoldeados para los oídos	8,00 Bs
• Tipo copa u orejeras	60,00 Bs
• Guantes de lana con engomado	10,00 Bs
• Guantes de plástico desechables	10,00 Bs
• Botines con punta de acero	250,00 Bs
• Botas plásticas	120,00 Bs
• Overol	100,00 Bs
• Extinguidor	350,00 Bs
Hipoclorito cálcico al 65%	13,68 Bs/kg
Retirada residuos/subproductos generados en la PTAR a una distancia media del relleno sanitario de 2 km	30,00 Bs/m <sup>3</sup> /km
Seguimiento analítico de la PTAR. Costo de la determinación global de: Sólidos en suspensión; Aceites y grasas; DBO <sub>5</sub> , DQO; Amonio; Nitrógeno total, Fósforo total, Coliformes fecales y Coliformes totales	807,96 Bs/muestra
Seguimiento analítico de la PTAR. Costo de la determinación global de metales pesados: Cromo hexavalente; Mercurio; Níquel, Plomo y Zinc	329,00 Bs/muestra



# Anexo 3

## Glosario de términos





## A

**Abastecimiento urbano:** infraestructuras y servicios destinados a la conducción y distribución de agua potable en núcleos urbanos.

**Abatimiento:** sinónimo de agotamiento. Se aplica para expresar la eliminación de contaminantes en los procesos de depuración de aguas residuales, especialmente en lo que a la eliminación de organismos patógenos hace referencia.

**Abono:** cualquier sustancia, de naturaleza orgánica o inorgánica, que se añade al suelo para aportarle nutrientes.

**Abrasión:** acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material.

**Abrasivo:** que produce abrasión.

**Aceites y grasas:** sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie, dando lugar a la formación de natas en las aguas residuales.

**Acetato:** sal del ácido acético.

**Acetogénesis:** fase de la degradación anaerobia de la materia orgánica, en la que los ácidos grasos volátiles son degradados hasta ácido acético, por acción de las bacterias acetogénicas.

**Achromobacter:** género de bacterias heterótrofas Gram-negativas, no fermentadoras de glucosa, que en ausencia de oxígeno usan el  $\text{NO}_3$  como aceptor final de electrones, reduciéndolo a  $\text{N}_2$  molecular.

**Acidez:** propiedad de las sustancias o de las disoluciones ácidas. Exceso de iones hidrógeno en una disolución acuosa, en relación con los que existen en el agua pura.

**Ácido:** que tiene un pH inferior a 7. Sustancia que en disolución aumenta la concentración de iones hidrógeno y que se combina con las bases para formar sales.

**Ácido acético:** ácido carboxílico de dos átomos de carbono ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ). Disolvente orgánico de olor y sabor acre. También llamado ácido etanoico.

**Ácido butírico:** ácido monocarboxílico, saturado, de cadena abierta con cuatro átomos de carbono ( $C_4H_8O_2$ ). Es un producto final de la fermentación de carbohidratos por los microorganismos. También denominado ácido butanoico.

**Ácido propiónico:** ácido carboxílico de tres átomos de carbono, de fórmula molecular  $C_3H_6O_2$ . En estado puro, es un líquido incoloro, corrosivo con un olor acre.

**Ácido valérico:** ácido carboxílico de cinco átomos de carbono ( $C_5H_{10}O_2$ ). Ácido de carácter débil también denominado ácido pentanoico o ácido valerianico (se encuentra en la raíz de la valeriana).

**Acidogénesis:** fase de la degradación anaerobia de la materia orgánica, en la que los compuestos producidos en la primera etapa (hidrólisis) de la digestión, son transformados en ácidos grasos volátiles de bajo peso molecular.

**Ácidos grasos:** biomoléculas de naturaleza lipídica, formadas por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo. Cada átomo de carbono se une al siguiente y al precedente por medio de un enlace covalente, sencillo o doble.

**Ácidos grasos volátiles:** subgrupo de ácidos grasos con cadenas carbonadas de menos de seis átomos de carbono. Su volatilidad se debe a la corta cadena carbonada que poseen, en contraste con los ácidos grasos de cadena larga, que son sólidos a temperatura ambiente.

**Acondicionamiento de lodos:** paso previo a la deshidratación de los lodos, incluye tratamientos tanto químicos como físicos, para mejorar la eliminación del agua presente en los lodos y la captura de sólidos.

**Actividad fotosintética:** *ver fotosíntesis.*

**Actividad metabólica:** *ver metabolismo.*

**Acuífero:** reservorio de agua que está ubicado bajo la superficie terrestre. Estructura subterránea formada por una o más capas, que mediante grietas, o por su porosidad, permiten que el agua terrestre percole, hasta llegar a una capa impermeable, donde queda confinada.

**Adimensional:** que carece de dimensiones.

**ADN (ácido desoxirribonucleico):** ácido nucleico que contiene las instrucciones genéticas usadas en el desarrollo y funcionamiento de todos los organismos vivos y de algunos virus.

**ADN-ligasa:** enzima de tipo ligasa cuya función es unir trozos de ADN, formando enlaces covalentes entre el extremo 5' de una cadena polinucleotídica y el extremo 3' de otra cadena polinucleotídica.

**ADN-polimerasa:** enzimas (celulares o virales) que intervienen en el proceso de replicación del ADN. Llevan a cabo la síntesis de la nueva cadena de ADN, emparejando los desoxirribonucleótidos trifosfato (dNTP), con los desoxirribonucleótidos complementarios correspondientes del ADN molde.

**Adsorción:** proceso por el cual átomos, iones o moléculas de gases, líquidos o sólidos disueltos son retenidos en una superficie.

**Aerénquima:** tejido vegetal parenquimático con grandes espacios intercelulares llenos de aire, presentando sus células constituyentes finas membranas no suberificadas. Habitualmente se encuentra en los tallos y las raíces de las plantas que crecen en zonas húmedas.

**Aerobacter:** género de bacterias Gram-negativas, de la familia de las enterobacterias, anaerobias facultativas. Son descomponedores que viven en la materia orgánica muerta y en el ser humano como parte de su población microbiana normal. Son patógenas.

**Aerobio:** proceso bioquímico que requiere presencia de oxígeno.

**Aerobios:** *ver organismos aerobios.*

**Aerobios estrictos:** *ver organismos aerobios estrictos.*

**Aerobios facultativos:** *ver organismos aerobios facultativos.*

**Afluente:** referido a las aguas residuales, aguas a tratar que llegan a una PTAR.

**Agentes patógenos:** *ver patógenos.*

**Agua bruta:** agua residual que no ha sufrido ningún tratamiento.

**Aguas de escorrentía:** aguas que discurren de forma ocasional por el terreno, como consecuencia de las lluvias.

**Aguas grises:** aguas residuales generadas exclusivamente en el uso doméstico (aguas de lavado de utensilios, ropa, o aseo personal), y que no incorpora arrastres de desechos fecales.

**Aguas pluviales:** aguas que entran en el sistema de alcantarillado a través de los sistemas de drenaje urbano, cuando se producen precipitaciones.

**Aguas receptoras:** *ver cuerpo receptor; ver cuerpo de agua.*

**Aguas regeneradas:** aguas residuales depuradas, que han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario, que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.

**Aguas residuales:** aguas cuya calidad se ve afectada como consecuencia de su uso, debido a la incorporación de sustancias contaminantes. En función de la actividad o uso que las origina, las aguas residuales son urbanas (aguas residuales grises, fecales y pluviales), industriales, o la mezcla de ellas.

**Aguas subterráneas:** todas las aguas que se encuentran bajo la superficie del suelo, en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo.

**Aireación:** adición de aire al agua, con el objetivo de incrementar su nivel de oxígeno disuelto.

**Aireación extendida:** modalidad del proceso de tratamiento de aguas residuales conocido como lodos activados, que se caracteriza por carecer de la etapa de decantación primaria, trabajar en el rango de baja carga másica y por el mayor tiempo de permanencia de las aguas a tratar en las cubas biológicas. Permite obtener los lodos ya estabilizados, aptos para ser sometidos a deshidratación.

**Aireación mecánica:** sistema de aireación del contenido de las cubas o reactores biológicos, mediante acción mecánica, es decir mediante el movimiento del agua para su mezcla con el aire.

**Aireadores mecánicos:** sistemas que permiten la mezcla del licor mezcla de los reactores biológicos con el aire, tales como: turbinas, discos superficiales o aireadores de eje horizontal.



**Aireación por difusión:** adición de aire mediante un compresor a través de difusores, que se sitúan en profundidad y que generan corrientes de burbujas ascendentes.

**Alcalinidad:** capacidad de una sustancia en solución acuosa de ceder iones  $\text{OH}^-$ .

**Alcantarillado:** conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de aguas residuales o aguas pluviales.

**Alcantarillado pluvial:** sistema compuesto por un sólo tubo para todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas pluviales.

**Alcantarillado sanitario:** sistema compuesto por un sólo tubo para todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

**Alcantarillado combinado:** sistema compuesto por un sólo tubo para todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas pluviales.

**Alcantarillado separado:** sistema constituido por un tubo de alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas pluviales que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

**Algas:** organismos acuáticos unicelulares o pluricelulares, móviles o inmóviles, que contienen, en su mayoría, pigmentos fotosintéticos y que son, básicamente, autótrofos. Son responsables del grueso de la productividad primaria en los ecosistemas acuáticos y del aporte de oxígeno al agua y a la atmósfera.

**Aliviadero:** dispositivo ubicado tanto en los colectores, como en las obras de llegada de las ETAR, que permiten derivar los caudales de aguas residuales superiores a los contemplados en su diseño hidráulico.

**Altura útil:** profundidad de un reactor descartando la altura del resguardo.

**Alúmina:** óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

**Aminoácido:** molécula orgánica con un grupo amino (derivado del amonio en el que uno o varios H son sustituidos por un radical orgánico) y un grupo carboxilo ( $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ ). Los aminoácidos son la base de la estructura molecular de las proteínas y juegan un papel clave en los procesos biológicos.

**Amoniaco ( $\text{NH}_3$ ):** gas incoloro, corrosivo, irritante, tóxico y de olor sofocante, que se disuelve fácilmente en agua dando reacción básica.

**Amonificación:** paso del nitrógeno en forma orgánica (principalmente como grupos amino,  $-\text{NH}_2$ ), a nitrógeno, en forma de ión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).

**Amonio:** radical químico ( $\text{NH}_4^+$ ) que se combina con los ácidos dando sales semejantes a las de los metales alcalinos. Las sales amónicas tienen aplicación como fertilizantes.

**Anabolismo:** conjunto de procesos del metabolismo que tienen por fin la síntesis de componentes celulares (biosíntesis), a partir de precursores de bajo peso molecular.

**Anaerobio:** proceso bioquímico que se desarrolla en ausencia de oxígeno libre.

**Anaerobiosis:** proceso respiratorio en el que no interviene el oxígeno libre como aceptor final de electrones.

**Anhídrido carbónico:** *ver dióxido de carbono.*

**Anoxia:** condición en la cual, la concentración de oxígeno disuelto está por debajo de los 0,5 mg/l (prácticamente agotado o no disponible). En estas condiciones, ciertos grupos de microorganismos prefieren utilizar los compuestos oxidados de nitrógeno, azufre o carbono, como fijadores de electrones.

**Anóxico/a:** que tiene condición de anoxia.

**Anticorrosivo:** material que sirve para proteger una superficie de la corrosión.

**Antorcha:** dispositivo que permite quemar el biogás que se genera en los procesos de degradación biológica anaerobia de la materia orgánica.

**Antracita:** carbón mineral con el mayor contenido en carbono.

**Arenas:** en términos de contaminación de las aguas residuales, materia particulada, con un tamaño superior a los 0,2 mm y con peso suficiente para sedimentar a velocidades de flujo inferiores a 0,3 m/s.

**Áridos:** arenas o gravas naturales, que se utilizan en la industria y en la construcción.

**ARN (ácido ribonucleico):** ácido nucleico que participa en la síntesis de las proteínas y realiza la función de mensajero de la información genética.

**Atterberg (test de):** prueba para determinar los límites de Atterberg, según los cuales se caracteriza el comportamiento de los suelos.

**Autodepuración:** capacidad de las masas de aguas naturales para recuperar sus condiciones fisicoquímicas y biológicas, tras recibir un vertido contaminante.

**Autótrofo:** organismo cuya nutrición es autótrofa, es decir, a partir de sustancias inorgánicas, sintetiza todas las sustancias esenciales para su metabolismo, de manera que no precisa de otros seres vivos para nutrirse.

**Azúcares:** glúcidos que generalmente tienen sabor dulce, como son los diferentes monosacáridos, disacáridos y polisacáridos.

## B

**Bacterias:** microorganismos unicelulares procariontes, que se multiplican por división simple. Por su forma se clasifican en esféricas (cocos y micrococos), en bastoncillos (bacilos) y en espirales (espirilos). Muchas bacterias son heterótrofas, responsables de la putrefacción de la materia orgánica y de las fermentaciones. Otras son autótrofas fotosintéticas, o quimiosintéticas. Pueden ser de vida libre, simbióticas, o patógenas (responsables de enfermedades en el hombre y otros seres vivos).

**Bacterias aerobias:** bacterias que utilizan el oxígeno para su metabolismo (metabolismo oxidativo ó respiratorio). Si únicamente pueden utilizar el oxígeno para degradar sustratos, se denominan aerobias obligadas.

**Bacterias anaerobias:** bacterias que no utilizan el oxígeno en su metabolismo (metabolismo fermentativo).

**Bacterias anaerobias estrictas:** organismos para los que el oxígeno es tóxico, ya que carecen del sistema del citocromo oxidasa, superóxido dismutasa y catalasa para metabolizarlo.

**Bacterias autótrofas:** bacterias con nutrición autótrofa.

**Bacterias coliformes:** *ver coliformes*.

**Bacterias facultativas:** bacterias que pueden desarrollar un metabolismo respiratorio, usando el oxígeno presente, o fermentativo, en ausencia de oxígeno.

**Bacterias fermentativas:** bacterias con metabolismo fermentativo.

**Bacterias fotosintéticas:** bacterias capaces de producir energía a través de la fotosíntesis. Poseen pigmentos de bacterioclorofila *a*, junto con varios carotenoides. Estas bacterias no generan oxígeno, porque el agente reductor implicado en la fotosíntesis no es el agua, sino otros compuestos como el sulfuro, azufre o el hidrógeno.

**Bacterias heterótrofas:** bacterias con nutrición heterótrofa (*ver heterótrofo*).

**Bacterias PAO (Poliphosphate Accumulating Organisms):** organismos heterótrofos facultativos, con un metabolismo lento, que les permite acumular ácidos grasos volátiles en condiciones anaerobias favorables, que luego degradan en condiciones aerobias (desfavorables) produciendo glucógeno y polifosfatos, que acumulan en su interior como reserva energética, captando fósforo del medio.

**Bacterias sulfatorreductoras:** microorganismos heterótrofos, anaerobios estrictos, metabólicamente versátiles, que utilizan los sulfatos, u otros compuestos oxidados de azufre, como aceptor final de electrones (agente oxidante) para su respiración, generando  $H_2S$ .

**Bactericida:** agente físico o químico capaz de eliminar bacterias.

**Bacteriófago:** organismos unicelulares (protozoos) que se alimentan de bacterias. También se aplica a los virus que únicamente infectan bacterias.

**Baffle:** placa rígida, que se usa como dispositivo para desviar el flujo de una corriente líquida.

**Balastro:** componentes encargados de encender y apagar las lámparas UV, proporcionando el voltaje de inicio para su encendido, y de mantener una corriente continua.

**Bioacumulación:** acumulación de sustancias químicas en organismos vivos, de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en su medio.

**Biocilindros:** modalidad de contactores biológicos rotativos, en la que el material de soporte consiste en una jaula cilíndrica perforada, que alberga en su interior un relleno de material plástico, distribuido al azar, al que se fija la biomasa bacteriana.

**Biodegradabilidad:** capacidad de los compuestos orgánicos de ser transformados, mediante procesos biológicos, en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. En las aguas residuales se determina mediante la relación  $DBO_5/DQO$ . Valores de esta relación  $>0,2$ , indican aguas biodegradables.

**Biodegradable:** capacidad de ser degradado biológicamente.

**Biodegradación:** proceso de descomposición de una sustancia, o compuesto, por acción de organismos vivos.

**Biodiscos:** modalidad de los contactores biológicos rotativos, que consiste en una serie de discos colocados en un eje horizontal, sumergido a media altura en un reactor de agua residual, en el que giran lentamente.

**Biofilm:** *ver biopelícula.*

**Biogás:** término que se aplica a la mezcla de gases que se obtienen a partir de la descomposición, en un ambiente anaerobio, de los residuos orgánicos. En este proceso, realizado por bacterias, se libera una mezcla de gases formada por metano (en mayor proporción), dióxido de carbono, hidrógeno, nitrógeno y ácido sulfhídrico, principalmente.

**Biomasa:** masa de organismos en cualquier nivel trófico, área o volumen de un ecosistema. Se mide en cantidad de materia viva por unidad de superficie o de volumen.

**Biomasa algal:** biomasa formada por algas.

**Biomasa bacteriana:** biomasa formada por bacterias.

**Biopelícula:** biomasa adherida a un soporte. Se trata de ecosistema conformado por varias especies de microorganismos asociados a una superficie viva o inerte, con características funcionales y estructuras complejas.

**Bioquímica:** parte de la química que trata de los componentes químicos de los seres vivos, sus estructuras y las reacciones en que están implicados.

**Bolones:** gravas de gran tamaño, del orden de 5-10 cm.

**By-pass:** dispositivo que permite desviar la totalidad, o parte del caudal, que circula por una conducción.

## C

**Cal:** óxido de calcio de fórmula  $\text{CaO}$ .

**Cámara:** pequeño depósito utilizado para recibir el agua a tratar, o tratada, y distribuirla.

**Cámara de toma de muestras:** pequeño depósito para facilitar la toma de muestras.

**Caminos preferenciales:** rutas preferentes que sigue el agua y que dan lugar a cortocircuitos, que se manifiestan por una disminución en los rendimientos de depuración que se alcanzan.

**Campana tranquilizadora:** dispositivo de forma cilíndrica por el que se alimenta a los sedimentadores y cuya finalidad es disminuir la velocidad del agua y evitar turbulencias.

**Campaña de aforo:** intervenciones planificadas para conocer y determinar los caudales de los afluentes y/o efluentes, caracterizándolos cuantitativamente.

**Campaña de muestreo:** intervenciones planificadas para a la toma de muestra de afluentes y/o efluentes, para analizar sus características desde un punto de vista cualitativo.

**Canal de desbaste:** canal en el que se instalan las rejillas de desbaste (de gruesos y de finos).

**Canal desarenador:** canal por el que el agua circula en condiciones de flujo que posibilitan el depósito y posterior recogida de las arenas.

**Canal Parshall:** dispositivo que se instala en canales abiertos para la medición de los caudales circulantes. Se le suele acoplar un medidor de nivel por ultrasonidos, para obtener mediciones continuas del caudal.

**Canales de oxidación:** modalidad de lodos activados, en la que el reactor biológico consiste en un canal oval o circular, de sección cuadrada o trapezoidal, equipado con dispositivos de aireación e impulsión del licor mezcla.

**Caracterización de afluentes/efluentes:** determinación de las características cuali y cuantitativas de afluentes/efluentes (caudales y cargas contaminantes).

**Carbono orgánico:** carbono presente en los compuestos orgánicos

**Cárcamo de bombeo:** receptáculo o depósito donde se almacena el agua para poder elevarla, mediante bombeo, a la cota que se precise.

**Carga contaminante:** cantidad de contaminación de los afluentes, o efluentes, por unidad de tiempo.

**Carga hidráulica:** parámetro que determina el caudal afluente por unidad de superficie del reactor/sedimentador ( $m^3/m^2/h$ ,  $m/h$ ).

**Carga másica:** relación entre la alimentación al reactor biológico ( $kg\ DBO_5/d$ ) y la cantidad de microorganismos presentes en el mismo (SSLM). Se mide en  $kg\ DBO_5/kg\ SSLM/d$ .

**Carga orgánica:** cantidad de materia orgánica que aporta por unidad de tiempo el afluente a tratar ( $kg\ DBO_5/d$ ).

**Carga orgánica superficial:** parámetro que determina la carga orgánica aplicada diariamente, por unidad de superficie del reactor ( $kg\ BBO_5/m^2/d$ ).

**Carga superficial de sólidos en suspensión:** parámetro que determina la carga de sólidos en suspensión totales aplicada diariamente, por unidad de superficie del reactor ( $\text{kg SST/m}^2/\text{d}$ ).

**Carga volumétrica:** parámetro que determina la carga orgánica aplicada diariamente, por unidad de volumen de reactor (o de material de soporte en el caso de los filtros percoladores) ( $\text{kg BBO}_5/\text{m}^3/\text{d}$ ).

**Cauce receptor:** *ver cuerpo receptor.*

**Caudal:** cantidad de fluido que circula a través de una conducción por unidad de tiempo.

**Caudal por conexiones erradas:** contribución de caudal debido a la conexión de aguas pluviales en la red de alcantarillado sanitario.

**Caudal por infiltración:** agua proveniente del subsuelo, adicional para el sistema separado y combinado.

**Caudalímetro:** dispositivo para la medición de los caudales circulantes.

**Centrífuga para la deshidratación de lodos:** dispositivo, que mediante la aplicación de fuerzas centrífugas que superan a la de la gravedad del orden de 500-3.000 veces, permite la separación de las fases líquida y sólida presente en el lodo a deshidratar. La fase líquida (menos densa) se desplaza hacia el eje de rotación de la centrífuga, mientras que la fase sólida (más densa) se aleja de este eje.

**Ciclo vegetativo:** parte del ciclo vital de las plantas, que comprende desde la germinación al inicio del ciclo reproductivo, y en el cual la planta se dedica a crecer y generar nuevas estructuras.

**Cinética:** en las reacciones químicas, mecanismos y velocidad que rigen el desarrollo de las mismas.

**Cinética de primer orden:** reacción cuya velocidad es directamente proporcional a la concentración de una única especie, y es independiente de las concentraciones de todas las demás.

**Clasificador de arenas:** mecanismo para la separación de las dos fases de la mezcla arena-agua, extraída previamente en los desarenadores.



**Clima:** condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizadas por estadísticas a largo plazo de los elementos meteorológicos en dicho lugar.

**Cloración:** método de desinfección de las aguas residuales tratadas más ampliamente empleado a nivel mundial, que destruye los organismos patógenos por oxidación de su material celular.

**Cloraminas:** productos de la reacción del cloro con los compuestos amoniacales presentes en las aguas a desinfectar.

**Cloro combinado:** resultado de la combinación del cloro con el amoniaco y con la materia orgánica nitrogenada que contiene el agua.

**Cloro libre:** suma de las concentraciones de ácido hipocloroso y de iones hipoclorito.

**Cloro total:** suma del cloro libre y del cloro combinado

**Cloro residual:** cantidad de cloro presente en el agua en forma libre o combinada, después de efectuada la cloración.

**Clorofila:** pigmento fotosintético verde con cuatro anillos pirrólicos formando un macrociclo y que contiene el catión magnesio. Absorbe la energía lumínica, para convertirla en energía química en la fotosíntesis.

**Cloruro férrico:** compuesto químico cuya fórmula es  $\text{FeCl}_3$ , que se utiliza en el tratamiento de las aguas residuales, como coagulante para sedimentar la materia coloidal y para eliminar los fosfatos del agua residual por precipitación.

**Coagulación:** desestabilización de la partículas coloidales (mediante la neutralización de sus cargas eléctricas), por la adición de un reactivo químico, llamado coagulante (normalmente sales de hierro y aluminio).

**Coefficiente de punta:** relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio diario doméstico. Usualmente para su determinación se utilizan fórmulas que relacionan el coeficiente con la población, por considerar que las mismas cubren los factores que están ligados a los siguientes aportes: El tamaño del área servida, la densidad y la forma del área.

**Coefficiente de retorno:** porcentaje del caudal de agua potable que se asigna al caudal de aguas residuales.

**Colector:** tubería que funcionando como conducto libre, recibe la contribución de aguas residuales o pluviales en cualquier punto a lo largo de su longitud. Conducto destinado a transportar las aguas pluviales desde el punto de captación hasta la disposición final y puede tener sección transversal circular, rectangular, oval u otra forma.

**Colector principal:** conducto sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, para conducirlos a plantas de tratamiento de aguas residuales o a cuerpos de agua.

**Colector secundario:** colector de diámetro menor que se conecta a un colector principal.

**Coliformes (fecales y totales):** grupo de bacterias aerobias y facultativamente anaerobias, Gram-negativas, no esporulantes, fermentadoras de lactosa y habitantes típicas del intestino grueso humano y animal. Muchas de ellas no son capaces de reproducirse fuera del intestino, por lo que sirven de indicadores de la contaminación por aguas fecales. Algunos organismos coliformes son patógenos. Se distingue entre las que son capaces de fermentar lactosa, con producción de gas, a la temperatura de 35-37 °C (*coliformes totales*) y aquellas que tienen esta propiedad a la temperatura de 44-44,5 °C (*coliformes fecales*).

**Coloide:** mezcla que se dispersa poco a poco, con una fase dispersa (líquida) y una fase continua formada por partículas de muy pequeño tamaño (1 a 1.000 nanómetros), con una carga electrostática superficial que hace que se repelan, lo que impide su sedimentación.

**Colmatación:** reducción de la permeabilidad de un medio filtrante.

**Compactación:** proceso por el cual, un esfuerzo aplicado a un suelo, causa densificación a medida que el aire se desplaza de sus poros.

**Compresor:** dispositivo electromecánico que se utiliza para comprimir el aire. En el tratamiento de las aguas residuales se emplea tanto en la etapa de desarena-do-desengrasado aireado, como para el aporte de aire a los reactores biológicos para el tratamiento de las aguas residuales.

**Compuerta:** hoja metálica o plástica que se desliza por carriles o correderas y que se coloca en los canales, diques, etc., para graduar o cortar el paso del agua.

**Compuestos inorgánicos:** combinaciones de los elementos de la tabla periódica, excepto los compuestos del carbono, si bien, algunos compuestos carbonados (monóxido y dióxido de carbono, carbonatos, bicarbonatos y cianuros) se consideran inorgánicos.

**Compuestos orgánicos:** combinaciones del carbono con los demás elementos de la tabla periódica, excepto: el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), los bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), los carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y los derivados del HCN, que se consideran inorgánicos.

**Concentración:** expresión de la cantidad de soluto disuelto en una cantidad dada de disolución, o de disolvente.

**Conductividad eléctrica:** capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica. Está directamente relacionada con la concentración de iones y se mide en mS/cm, ó en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Conductividad hidráulica:** medida de la resistencia al flujo de agua ofrecida por los poros de un sustrato filtrante.

**Conexión domiciliaria:** Tubería que transporta las aguas residuales y/o pluviales desde la cámara de inspección domiciliaria hasta un colector público.

**Conexiones cruzadas:** conexión domiciliaria de aguas residuales al alcantarillado pluvial o viceversa.

**Conexiones erradas:** conexiones domiciliares de aguas residuales al alcantarillado pluvial, o viceversa.

**Contactores Biológicos Rotativos (CBR):** dispositivos empleados para el tratamiento de las aguas residuales, en los que la biomasa responsable de la degradación de los contaminantes se encuentra fijada a un soporte que gira, lentamente, sumergido en las aguas a tratar. En la fase de emersión los microorganismos se ponen en contacto con el aire y en la de inmersión con las aguas objeto de tratamiento.

**Contaminación de las aguas:** alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, de modo que produzcan daños a la salud del hombre, deteriorando su bienestar o su medio ambiente.

**Contaminante:** sustancia o forma de energía introducida en un medio, que implica su pérdida de calidad.

**Contaminantes emergentes:** todo contaminante previamente desconocido o no reconocido como tal, cuya presencia en el medio ambiente no es necesariamente nueva, pero sí la preocupación por las posibles consecuencias de la misma.

**Corrosión:** deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

**Corrosivo:** sustancia que puede destruir o dañar irreversiblemente una superficie.

**Costos de construcción:** referidos a una PTAR, desembolso necesario para su construcción. Incluyen: los costos del terreno, de las obras de conexión con servicios e infraestructuras externas, de las obras e instalaciones de depuración (obra civil y equipos) y los costos financieros.

**Costos de operación y mantenimiento:** referidos a una PTAR, suma de costos para mantener las instalaciones en correcto estado de operación. Incluyen los costos de: personal, energía, reactivos, mantenimiento y conservación, retirada de residuos, laboratorio, administración y amortizaciones.

**Cuerpos de agua:** extensiones de agua que se encuentran por la superficie terrestre, o en el subsuelo (acuíferos, ríos subterráneos).

**Cuerpo receptor:** cualquier curso de agua natural o masa de agua natural o de suelo que recibe el lanzamiento o descarga del efluente final.

## D

**DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días):** cantidad de oxígeno (mg O<sub>2</sub>/L) necesaria para oxidar biológicamente los componentes de las aguas residuales. Parámetro por el que se determina la cantidad de materia biodegradable presente en un agua residual.

**DBO<sub>5</sub> particulada:** medida de la materia orgánica biodegradable que se encuentra en suspensión.

**DBO<sub>5</sub> soluble:** DBO<sub>5</sub> determinada sobre muestra filtrada. Indica la fracción soluble de los compuestos biodegradables presentes en un agua residual.

**Decantación-digestión:** proceso incluido dentro de los tratamientos primarios, en el que tiene lugar, simultáneamente, la sedimentación de las partículas sedimentables presentes en las aguas residuales y la estabilización (vía anaerobia) de la fracción orgánica de la materia sedimentada (*ver fosa séptica, tanque Imhoff*).

**Deflector:** *ver baffle.*

**Demanda Bioquímica de Oxígeno:** *ver DBO<sub>5</sub>.*

**Densidad:** cociente entre la masa y el volumen de un cuerpo. Suele expresarse en g/cm<sup>3</sup>.

**Depuración:** aplicado a las aguas residuales, proceso secuencial de operaciones físicas, químicas y biológicas por el cual se eliminan las diferentes formas de contaminación presentes en las mismas, hasta alcanzar niveles adecuados para poder ser vertidas en un medio receptor.

**Desarenado:** operación incluida en la etapa de pretratamiento de las aguas residuales, que tiene por objetivo la eliminación de materias pesadas de tamaño superior a 0,2 mm, para evitar que sedimenten en canales y conducciones y para proteger a las bombas y otros elementos de la abrasión.

**Desarenador:** dispositivo por el que el agua residual circula a velocidades bajas, permitiendo el depósito y retirada de las arenas en el fondo del mismo.

**Desbaste:** operación incluida dentro de la etapa de pretratamiento de las aguas residuales, que tiene por objetivo la eliminación de los sólidos de tamaño medio-pequeño (trozos de madera, trapos, raíces, etc.) presentes en estas aguas, y que de no retirarse podrían deteriorar los equipos mecánicos y obstruir el paso de la corriente de agua.

**Descomposición:** proceso de degradación de la materia orgánica por acción biológica, con desprendimiento de energía y obtención de compuestos simples, orgánicos e inorgánicos.

**Desemulsionar:** separar una emulsión en sus fases.

**Desengrasado:** operación incluida en la etapa de pretratamiento de las aguas residuales, que tiene por objetivo la eliminación de las grasas y demás materias flotantes más ligeras que el agua.

**Desengrasador:** dispositivo empleado en la operación de desengrasado de las aguas residuales.

**Desengrasadores aireados:** sistemas en los que se inyecta aire por la parte inferior con objeto de desemulsionar las grasas y lograr una mejor flotación de las mismas. En este tipo de desengrasadores la retirada de las grasas y flotantes se suele llevar a cabo de manera mecánica.

**Desengrasadores estáticos:** en este tipo de desengrasadores, las aguas residuales se hacen pasar a través de un depósito dotado de un tabique deflector, que obliga a las aguas a pasar por la parte inferior del mismo, lo que permite que los componentes de menor densidad que el agua queden retenidos en la superficie. En este tipo de desengrasadores la retirada de las grasas y flotantes se suele llevar a cabo de forma manual.

**Deshidratación:** eliminación del contenido en agua de un producto.

**Deshidratación de lodos:** procesos químicos, mecánicos o térmicos, mediante los cuales se reduce el contenido en agua de los lodos generados en los procesos de tratamiento de las PTAR, hasta alcanzar entre un 20-30% de materia seca, facilitando su manejo y transporte.

**Desinfección:** destrucción por medio de un agente químico o físico de los agentes patógenos que se encuentran en el agua a desinfectar. Se diferencia de la esterilización en que esta destruye todos los microorganismos, patógenos o no, incluidas las formas de resistencia.

**Desnitrificación:** reducción desasimilatoria de nitrato y/o nitrito a nitrógeno molecular.

**Difusor:** elemento empleado para la aireación, que origina corrientes de burbujas de aire. En depuración de aguas residuales se emplean en la etapa de desarenado-desengrasado aireado (para lograr una mejor flotación de las grasas) y

en las cubas biológicas (como una forma de airear el licor de mezcla, diferente a los aireadores mecánicos).

**Digestión aerobia/anaerobia de lodos:** tratamiento biológico de estos subproductos en presencia/ausencia de oxígeno, con el fin de estabilizarlos y de reducir su volumen. Los microorganismos (principalmente bacterias) emplean los residuos como sustrato para su crecimiento, degradándolos en compuestos más sencillos.

**Digestor:** sistema unitario donde se realiza la digestión y la recogida separada del sustrato digerido (estabilizado) y los subproductos de la digestión.

**Dióxido de carbono:** gas incoloro e incombustible, componente normal de la atmósfera (0,03%) y causante, entre otros, del efecto invernadero. Fórmula  $\text{CO}_2$

**Dióxido de cloro:** compuesto químico de fórmula  $\text{ClO}_2$ . Es un potente agente oxidante que se emplea en la desinfección de las aguas residuales tratadas.

**Disolución:** sistema constituido por la mezcla homogénea del disolvente y el soluto.

**Dotación:** cantidad de agua promedio diaria por habitante que suministra el sistema de agua potable, expresada en litros por habitante por día.

**Dren:** conducto o pequeño canal por el que se evacua por gravedad el agua del suelo o de un acuífero. Tubería perforada.

**Drenaje:** acción y efecto de drenar. Medio o utensilio que se emplea para drenar.

**DQO (Demanda Química de Oxígeno):** cantidad de oxígeno ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ ) necesaria para oxidar los componentes del agua recurriendo a reacciones químicas.

## E

**Ecología:** ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno.

**Economía circular:** estrategia que tiene por objetivo reducir, tanto la entrada de los materiales, como la producción de desechos, cerrando los «bucles» o flujos económicos y ecológicos de los recursos.

**Ecosistema:** conjunto formado por los seres vivos (biocenosis o comunidad), el ámbito territorial en el que viven (biotopo) y las relaciones que se establecen entre ellos, tanto bióticas (influencias que los organismos reciben de otros de su misma especie o de especies diferentes), como abióticas (factores fisico-químicos, como la luminosidad, la temperatura, la humedad, etc.).

**Efecto invernadero:** calentamiento de la atmósfera producido por la alteración del balance térmico debido al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, el metano y los óxidos de nitrógeno.

**Edad del lodo:** relación entre la cantidad de microorganismos presentes en un reactor (SSLM) y la cantidad de estos microorganismos que se extraen diariamente del reactor. Se expresa en días.

**Efluente:** corriente de salida de un proceso o de una instalación de tratamiento de aguas residuales.

**Emisario:** conducto, canal o tubería que tiene como origen el punto más bajo del sistema y que conduce las aguas residuales al sitio donde se someterán a tratamiento. Se caracteriza porque a lo largo de su recorrido no recibe contribución alguna.

**Enzima:** molécula orgánica de naturaleza proteica, que actúa como catalizador de reacciones bioquímicas, acelerándolas.

**Emisión:** liberación al medio de cantidades de energía, sustancias químicas o contaminantes biológicos.

**Emulsión:** dispersión coloidal en la que la fase dispersa es líquida y el medio de dispersión es líquido o sólido.



**EPDM:** termopolímero elastómero que tiene buena resistencia a la abrasión y al desgaste. Se emplea en láminas impermeabilizantes.

**Escherichia coli:** bacteria coliforme que se encuentra en el intestino humano y de otros animales y que se utiliza para medir la calidad bacteriológica de las aguas.

**Escorrentía:** parte del agua de precipitación que discurre por la superficie de la tierra hacia corrientes u otras aguas superficiales.

**Espectro electromagnético:** distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas que emite (espectro de emisión), o absorbe (espectro de absorción), una sustancia.

**Espectrofotómetro:** instrumento en el que se apoya la espectrofotometría para medir la cantidad de intensidad de luz absorbida después de pasar a través de una solución muestra.

**Espesado de lodos:** etapa de la línea de lodos, que tiene por objetivo incrementar la concentración de estos subproductos mediante la eliminación de parte del agua que contienen.

**Espuma:** sistema disperso, en el que la fase dispersante es un líquido, normalmente agua, y la fase dispersa un gas.

**Espora:** cuerpo microscópico unicelular, o pluricelular, que se forma con fines de dispersión y supervivencia por largo tiempo en condiciones adversas, y que generalmente es una célula haploide.

**Estabilización de lodos:** etapa de la línea de lodos, que tiene por objetivo básico disminuir la componente orgánica de los mismos, con el fin de minimizar el riesgo de que se originen procesos de putrefacción.

**Estratificación:** fenómeno que se da en las masas de aguas, en las que capas menos densas se encuentran "flotando" sobre otras más densas.

**Etapa acetogénica:** etapa de la degradación anaerobia de la materia orgánica, en la que bacterias acetogénicas transforman los productos resultantes de la etapa acidogénica en ácido acético, principalmente.

**Etapa acidogénica:** etapa de la degradación anaerobia de la materia orgánica, en la que bacterias acidogénicas transforman los productos resultantes de la etapa hidrolítica en ácidos orgánicos, principalmente acético, propiónico y butírico.

**Etapa hidrolítica:** etapa inicial de la degradación anaerobia de la materia orgánica, en la que bacterias hidrolíticas descomponen las moléculas complejas (hidratos de carbono, proteínas, lípidos), en otras más simples (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos), que sirven de sustrato para la siguiente etapa de la degradación (etapa acidogénica).

**Etapa metanogénica:** última etapa de la degradación anaerobia de la materia orgánica, en la que bacterias metanogénicas (anaerobias estrictas) generan biogás, a partir del ácido acético (fundamentalmente) y del anhídrido carbónico y el hidrógeno. Constituye la etapa más sensible del proceso, siendo, por tanto, la fase que lo controla.

**Eutrofización:** aumento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno y fósforo, que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, con el resultado de trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua, a la que afecta.

**Evaporación:** paso de las moléculas de un líquido al estado de vapor desde su superficie a la atmósfera. La evaporación se produce a temperaturas inferiores a las de ebullición.

**Evapotranspiración:** suma total del agua perdida por evaporación en el suelo y por la transpiración de las plantas a través de sus estomas. Se expresa en altura de lámina de agua, generalmente en mm/año.

**Exotérmico:** proceso que desprende energía, ya sea como luz o calor.

## F

**Fangos:** *ver lodos.*

**Fangos en exceso:** *ver lodos en exceso.*

**Fecal:** relacionado con las heces.

**Fermentación:** degradación biológica de compuestos orgánicos complejos a compuestos más sencillos, llevados a cabo, generalmente, en ausencia de oxígeno.

**Fertilizantes:** ingredientes, tanto orgánicos como inorgánicos, que restituyen nutrientes a la tierra, disponiéndola para una mejor producción agrícola.

**Filtración:** proceso de separación de un sólido suspendido de un líquido, al hacerlo pasar a través de un medio poroso, con un tamaño de poro adecuado.

**Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA):** tecnología de tratamiento de las aguas residuales, vía anaerobia, en la que las aguas a tratar atraviesan, en sentido ascendente, un material filtrante.

**Filtro banda para la deshidratación de lodos:** dispositivo en el que la separación de las fases líquida y sólida, presentes en los lodos a deshidratar, se logra comprimiéndolos entre dos bandas de una tela permeable, entre las que se dispone el lodo, aumentando la presión que se ejerce sobre este conforme las bandas van pasando progresivamente por rodillos de diámetros decrecientes. El resultado es una torta seca de lodos, de pequeño espesor, que se extrae en continuo de las telas mediante un sistema de rascado.

**Filtro percolador:** tecnología de depuración de las aguas residuales consistente, básicamente, en un depósito relleno de un material de gran superficie específica, sobre el que se desarrolla una población bacteriana activa, responsable de la depuración de las aguas que lo atraviesan. Una corriente ascendente de aire, generada normalmente de forma natural, por efecto chimenea, aporta el oxígeno necesario para la degradación aerobia de los contaminantes biodegradables.

**Fitoplancton:** plancton constituido predominantemente por algas microscópicas. Constituye el primer eslabón de la cadena trófica acuática.

**Flavobacterium:** género bacteriano perteneciente al grupo de las flavobacterias organotrofas. Se trata de bacilos aerobios Gram-negativos, típicos de agua dulce y salada.

**Floculación:** formación de agregados, o flóculos, a partir de materia coloidal o finamente dividida.

**Floculante:** sustancia que añadida a una dispersión de un sólido en un líquido, favorece el agrupamiento de las partículas pequeñas del sólido en partículas más grandes, que sedimentan con mayor facilidad.

**Flóculo:** grumo de materia orgánica y/o inorgánica, formado por agregación de sólidos en suspensión.

**Flotación:** proceso de separación sólido-líquido o líquido-líquido, que se aplica para separar partículas cuya densidad es menor que la densidad del líquido que las contiene, en condiciones de flujo a muy baja velocidad, o mediante la inyección de una corriente de burbujas de aire.

**Flotantes:** conjunto de materiales presentes en las aguas residuales de densidad inferior a las del agua, por lo que permanecen en su superficie formando natas.

**Flujo:** volumen circulante de un fluido por unidad de tiempo.

**Flujo pistón:** modelo de reactor ideal que se caracteriza porque el flujo a su través es ordenado, sin que ningún elemento del mismo sobrepase, o se mezcle, con cualquier otro elemento situado antes o después que aquél.

**Fosa séptica:** *ver tanque séptico.*

**Fosfato:** sales, o sales del ácido fosfórico. Los fosfatos son componentes esenciales de los seres vivos y nutrientes para las plantas. Tienen aplicaciones industriales diversas y como fertilizantes. Los vertidos de fosfatos a las aguas naturales causan su eutrofización.

**Fotorreactivación:** proceso de reparación directa del ADN catalizado por enzimas fotoliasas, en la que dos dímeros de pirimidina unidos covalentemente (producto de una ruptura previa), son monomerizados y restaurados tras ser expuestos a luz visible.

**Fotosíntesis:** proceso por el cual determinados organismos son capaces de emplear la energía solar para transformarla en energía química. Síntesis de carbohidratos a partir de dióxido de carbono y agua, en presencia de clorofila, para la cual se emplea la luz solar como energía y de la cual resulta oxígeno como producto secundario.

**Fotosintético:** relativo a la fotosíntesis.

**Freático:** nivel del agua que está acumulada en el subsuelo y que puede aprovecharse por medio de pozos. Se dice de la capa del subsuelo que contiene estas aguas.

**Fuentes de agua no convencionales:** procesos que mediante la acción del hombre generan nuevos recursos hídricos de manera artificial, como son la desalación, o la regeneración de las aguas residuales tratadas.

## G

**Gas:** sustancia en estado gaseoso. Estado que se caracteriza por el movimiento libre, y al azar, de las partículas (moléculas).

**Gases de efecto invernadero (GEI):** gases que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo. Este proceso es la causa fundamental del efecto invernadero (absorción de la radiación térmica que emite la tierra). Los principales GEI en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono.

**Geotextil:** producto textil permeable y flexible de fibras sintéticas, principalmente polipropileno y poliéster, utilizado en ingeniería civil para el recubrimiento de márgenes, muros de contención de embalses y canales.

**Germen:** ser vivo, o un sistema biológico, dotado de individualidad que presenta, a diferencia de las plantas y los animales superiores, una organización biológica elemental, y que sólo puede visualizarse con ayuda de un microscopio.

**Germicida:** que destruye los gérmenes.

**Granulometría:** distribución de los tamaños de las partículas. Estos tamaños se determinan mediante el uso de tamices de diferente tamaño de paso y los resultados se representan mediante una distribución de frecuencias.

**Grasas:** sustancias lipófilas e hidrófobas, esto es, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. En depuración de aguas residuales urbanas las grasas se eliminan en la etapa de pretratamiento.

**Gravas:** piedras pequeñas que proceden de la fragmentación y disgregación de las rocas, con un tamaño generalmente superior a un centímetro.

**Gravilla:** grava menuda, muy empleada como pavimento y en la fabricación de hormigón.

## H

**Hábitat:** suma de condiciones físicas y biológicas en que vive un individuo, o una población.

**Helminto:** gusano, en especial el que es parásito del hombre y de los animales.

**Helofitos:** plantas acuáticas de lugares encharcados, que presentan la mayor parte de su aparato vegetativo (hojas, tallos y flores) en forma emergente.

**Heterótrofo:** organismo capaz de transformar la materia orgánica, pero no de sintetizarla.

**Hidratos de carbono:** moléculas orgánicas compuestas de C, H y O, donde estos dos últimos elementos se encuentran en la misma proporción que en el agua. También conocidos como carbohidratos, glúcidos o azúcares.

**Hidrocarburos:** compuestos orgánicos conformados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono, a los que se unen los átomos de hidrógeno.

**Hidrólisis:** reacción química entre una molécula de agua y otra de macromolécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar unión de otra especie química. Esta reacción es importante por el gran número de contextos en los que el agua actúa como disolvente.

**Hipoclorito:** compuesto químico, que contiene cloro en estado de oxidación +1, fuertemente oxidante. Debido a esta característica, se utiliza ampliamente como desinfectante.

**Hormigón armado:** hormigón reforzado interiormente por una armadura de barras de hierro o acero para, que una vez fraguado, pueda absorber los esfuerzos de tracción a que sea sometido.

**Humedad:** agua de que está impregnado un cuerpo, o que vaporizada se mezcla con el aire.

**Humedales:** ecosistemas totalmente inundados, cuando menos una parte del año. Cumplen funciones ecológicas fundamentales, como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de una muy rica biodiversidad.

**Humedales artificiales:** tecnología de tratamiento de las aguas residuales que imita los procesos que se dan en los humedales naturales.

**Humedales artificiales de flujo superficial:** modalidad de la tecnología de humedales artificiales, en la que las aguas, generalmente ya tratadas, discurren en forma de una lámina de agua de poco espesor.

**Humedales artificiales de flujo subsuperficial:** modalidad de la tecnología de humedales artificiales, en la que las aguas a tratar atraviesan un sustrato inerte (arena, gravilla), en el que enraízan plantas emergentes. En función de la dirección del flujo de agua, se distingue entre humedales de flujo vertical y de flujo horizontal.

**Humus:** materia orgánica parcialmente descompuesta, rica en nutrientes, que ayuda a retener el agua y los nutrientes en el suelo, facilitando su captura por la vegetación.

## I

**Impacto ambiental:** cualquier acción transformadora o cambio ocasionado, directa o indirectamente, por las actividades humanas en el medio ambiente, sea perjudicial o beneficiosa.

**Índice de huecos:** medida de porosidad. Indica la proporción del volumen hueco en relación con el volumen total.

**Índice Volumétrico de Lodos (IVL):** se define como el volumen en mL, ocupado por un gramo de lodos, después de 30 minutos de sedimentación.

**Inerte:** que carece de movilidad o vida.

**Infiltración:** flujo de agua, o de otro líquido, a través de los poros de un cuerpo sólido.

**Inhibidores:** sustancias químicas que retardan la velocidad de una reacción química, o bioquímica.

**Inmisión:** recepción de contaminantes en el medio ambiente (aire, suelo, agua) procedentes de una fuente emisora. Frecuentemente, el término se utiliza como sinónimo de niveles de inmisión, que es la concentración de sustancias contaminantes en un medio determinado.

**Inoculación:** acción de inocular. Introducir un ser vivo en un medio, en el que crecerá y se reproducirá.

**Inundabilidad:** probabilidad de que una superficie sea ocupada por una lámina de agua, como consecuencia del desbordamiento de un curso de agua, a consecuencia de una precipitación con un periodo de retorno concreto.

## J

**Junco:** planta de la familia de las juncáceas, con tallos de 0,6 a 0,8 m, lisos, cilíndricos, flexibles, puntiagudos y duros. De color verde oscuro por fuera y esponjosos y blancos en el interior. Hojas radicales reducidas a una vainilla delgada, flores en cabezuelas verdosas cerca de la extremidad de los tallos y fruto capsular, con tres ventallas y muchas semillas en cada una de ellas. Se desarrolla en parajes húmedos.

## K

**kilovatio:** unidad de potencia eléctrica, equivalente a 1.000 vatios. Abreviatura: kW.

## L

**Laguna:** lago de pequeña extensión y poca profundidad. Las lagunas pueden ser temporales o permanentes, interiores o costeras (lagunas litorales).

**Laguna aerobia:** laguna que funciona en condiciones oxidantes. Se ubica en cola de los sistemas de Lagunas de Estabilización.



**Laguna anaerobia:** laguna que funciona en condiciones reductoras. Se ubica en cabeza de los sistemas de Lagunas de Estabilización.

**Lagunas de estabilización:** sistema de tratamiento de las aguas residuales en el que se reproducen, en un conjunto de balsas dispuestas en serie, los fenómenos de autodepuración que se dan de forma natural en ríos y lagos.

**Laguna de maduración:** tipo de laguna que se dispone en cola de los sistemas de Lagunas de Estabilización. Dada su escasa profundidad (inferior a 1 m, generalmente), y por recibir afluentes ya tratados, en casi toda la masa líquida de este tipo de lagunas imperan condiciones aerobias

**Laguna facultativa:** tipo de laguna que forma parte de los sistemas de Lagunas de Estabilización, con espesores de lámina de agua comprendidos entre 1,5-2 m, en los que se distinguen tres zonas diferenciadas: una profunda, donde se acumulan los sedimentos y que opera en condiciones anaerobias, una superficial en la que se desarrollan fenómenos fotosintéticos, que la mantienen en condiciones aerobias, y una intermedia, en la que proliferan organismos facultativos, que son los que dan nombre a este tipo de lagunas.

**Laguna fotosintética:** laguna en la que el aporte de oxígeno proviene de la actividad fotosintética de las microalgas que la habitan.

**Lechos de secado de lodos:** dispositivos que se emplean para la deshidratación de los lodos generados en tratamiento de las aguas residuales. Consisten en filtros de arena-gravilla, sobre los que se depositan los lodos. Las aguas filtradas se envían de nuevo a cabecera del tratamiento y los lodos, una vez secos (por evaporación y filtración), se extraen manualmente periódicamente.

**Legionella:** nombre común del género Legionella, que agrupa bacterias Gram-negativas con forma de bacilo. Viven en aguas estancadas en un amplio rango de temperatura (preferiblemente superiores a los 35 °C). Su crecimiento se ve favorecido por la presencia de materia orgánica en las aguas.

**Ley de Darcy:** fórmula que expresa la proporcionalidad entre el caudal específico de un líquido que fluye a través de un medio poroso y el gradiente hidráulico, en régimen laminar.

**Licor mezcla:** contenido de los reactores biológicos en los procesos de depuración de aguas residuales, en el que se encuentra suspendida la biomasa, que realiza el proceso de degradación de la materia orgánica.

**Límites de Atterberg:** propiedades índices de los suelos, con los que se define su plasticidad y que se utilizan en su identificación y clasificación.

**Línea de agua:** en el tratamiento de las aguas residuales engloba a todas las operaciones que permiten reducir los contaminantes presentes en las aguas a tratar.

**Línea de lodos:** en el tratamiento de las aguas residuales engloba a todas las operaciones en las que se tratan los subproductos (lodos) que se originan en la línea de agua.

**Lípidos:** compuestos orgánicos que resultan de la esterificación de alcoholes con ácidos grasos. Nombre colectivo para aceites, grasas y ceras.

**Lixiviado:** líquido que se ha filtrado a través de residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído de éstos materiales (disueltos o en suspensión) potencialmente dañinos. Se emplea también para denominar a los líquidos que percolan en los lechos de secado de lodos.

**Lodos:** subproductos del tratamiento biológico o fisicoquímico de las aguas residuales.

**Lodos activados:** tratamiento biológico aerobio de las aguas residuales, que convierte la materia orgánica soluble en biomasa sólida (lodos), que es eliminada, principalmente, por gravedad. Se comenzó a aplicar en Inglaterra en 1914 y hoy en día constituye la modalidad más extendida para el tratamiento biológico de las aguas residuales.

**Lodos digeridos:** lodos de PTAR que han sido sometidos a un tratamiento que permite la reducción biológica (generalmente anaerobia) de su contenido en materia volátil. Los lodos digeridos presentan un potencial de putrefacción mucho menor que los lodos frescos (sin digerir), así como menos olores y menor presencia de patógenos.

**Lodos en exceso:** subproductos generados en el tratamiento biológico de las aguas residuales.

**Lodos estabilizados:** lodos que han sido sometidos a un proceso físico, químico y/o biológico orientado a eliminar su contenido en agua, incrementar su grado de mineralización, reduciendo su biodegradabilidad y su contenido en patógenos.

**Lodos primarios:** sólidos sedimentados en el tratamiento primario de las aguas residuales.

**Lodos secundarios:** sólidos sedimentados en la etapa de sedimentación secundaria, tras el paso de las aguas por el reactor biológico.

**Lombricultura:** actividades de cría y producción de lombrices detritívoras (formadoras de humus) y/o el tratamiento, por medio de ellas (mediante procesos de oxidación biológica), de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abono.

**Lombrifiltros:** sistema de tratamiento de aguas residuales, consistente en un filtro percolador dinámico o filtro de lombrices, compuesto por diferentes lechos filtrantes y por lombrices de la especie *Eisenia Foetida*. El agua a tratar se rocía por medio de un sistema de distribución sobre el filtro. Al migrar el agua a través del filtro, se va quedando retenida la materia orgánica, que posteriormente es consumida por las lombrices, quienes la convierten en humus y materia corporal de las mismas. En conjunto con las lombrices, se genera una rica flora bacteriana, que también consume materia orgánica.

**Ludzack-Ettinger (proceso):** proceso biológico de dos etapas desnitrificación-nitrificación, con una zona anóxica seguida de una aeróbica. La colocación de la zona anóxica por delante de la aeróbica permite que la zona de desnitrificación cuente con la fuente de materia orgánica fácilmente biodegradable, presente en el afluente, cuya presencia es necesaria en los procesos de desnitrificación.

## M

**Macrofitos:** en las comunidades acuáticas marinas y de agua dulce, las plantas y algas de mayor tamaño, en oposición a los microfitos. Incluyen numerosos grupos taxonómicos.

**Macronutrientes:** elementos que un organismo necesita en grandes cantidades para permanecer vivo (C, H, O, N, P, K y S).

**Maduración:** proceso de fermentación de la materia orgánica, que descompone las sustancias fácilmente digeribles, dejando como resultado únicamente las porciones más resistentes a la acción bacteriana.

**Mantenimiento:** conjunto de actuaciones que tienen por objeto asegurar y garantizar el normal funcionamiento de todos los equipos e instalaciones de una PTAR.

**Materia coloidal:** *ver coloide.*

**Materia sedimentable:** materia que se separa fácilmente, por gravedad, de la fase en la que se encuentra suspendida.

**Materia disuelta:** *ver disolución.*

**Materia en suspensión:** *ver sólidos en suspensión.*

**Materia inorgánica:** *ver compuestos inorgánicos.*

**Materia orgánica:** *ver compuestos orgánicos.*

**Medidor de caudal:** *ver caudalímetro.*

**Medio filtrante:** en tratamiento de aguas residuales, sustrato que atraviesa el afluente a tratar.

**Medio receptor:** *ver cuerpo receptor.*

**Membrana:** delgada barrera que permite, a algunos sólidos o líquidos, pasar a través de ella y a otros no, por lo que se emplean para la separación de sustancias.

**Mercaptanos:** serie de compuestos que se caracterizan por tener el grupo mercapto (-SH) en su molécula. Suelen encontrarse en el biogás.

**Mesófilo:** término aplicado a los microorganismos cuya temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 20-40 °C.

**Metabolismo:** conjunto de reacciones químicas que se dan constantemente en las células de los seres vivos, con el fin de sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o degradar aquellas para obtener estas. Las reacciones

metabólicas se organizan en rutas o secuencias de reacciones degradativas y biosintéticas de compuestos biológicos, denominadas catabólicas y anabólicas, respectivamente.

**Metabolitos:** productos del metabolismo.

**Metales pesados:** elementos químicos del grupo de los metales, con densidad superior a  $4,5 \text{ g/cm}^3$  y peso atómico elevado. Entre ellos se encuentran: cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo, etc. La mayoría son tóxicos para el ser humano, incluso a bajas concentraciones.

**Metano:** gas inflamable, incoloro e inodoro de fórmula  $\text{CH}_4$ . Forma mezclas explosivas con el aire. Es el hidrocarburo más simple, producto de la descomposición anaerobia. Componente, entre otros, del gas natural y del biogás, en ambos como componente principal. Junto con el dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, es uno de los principales causantes del efecto invernadero.

**Metanogénesis:** fase final de la degradación anaerobia, en la que se forma metano.

**Mezcla completa:** modelo de reactor ideal, que se caracteriza porque su contenido está perfectamente agitado y su composición en cada instante es la misma en todos los puntos del reactor.

**Microalgas:** individuos unicelulares o pluricelulares, cuyas células funcionan independientemente, realizando todas las funciones vitales. En general, son autótrofos, obteniendo vía fotosíntesis, los nutrientes orgánicos que precisan, a partir de materias primas inorgánicas.

**Micronutrientes:** sustancias minerales que necesitan los organismos, pero en cantidades muy pequeñas (Fe, Mg, Ca, B, Zn, Cu, Mn, Co, Mo).

**Microorganismos:** organismos que son tan pequeños que sólo pueden ser observados a través del microscopio.

**Mineralización:** referido a los lodos que se generan en el tratamiento de las aguas residuales, reducción en su contenido en materia orgánica e incremento en su contenido en materia mineral.

**Modelo de flujo disperso:** régimen de transición entre el flujo pistón y el de mezcla completa, definido por las características geométricas del reactor.

**Modelo de flujo pistón:** *ver flujo pistón.*

**Modelo de mezcla completa:** aplicado a reactores biológicos, implica que las tasas de reacción son constantes en el reactor y la demanda de oxígeno es idéntica en cualquier punto del mismo.

**Monitoreo:** seguimiento de un proceso o sistema mediante la toma de muestras y su análisis programado.

**Motorreductor:** dispositivo mecánico que permite reducir la velocidad de giro de un motor.

**Muestra compuesta:** combinación de muestras individuales que son recogidas en un mismo punto, a intervalos predeterminados, a fin de minimizar los efectos de variabilidad de la muestra individual. Los volúmenes de las submuestras individuales, que componen la muestra compuesta, pueden ser iguales o proporcionales al caudal al momento de extracción de la muestra.

## N

**Nematodos:** gusanos nematelmintos en los que se engloban tanto especies de vida libre, que son metabólicamente independientes, como especies parásitas, que tienen dependencia de un hospedador a fin de continuar su ciclo de vida.

**Nitratos:** sales del ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Son nutrientes fácilmente asimilables por las plantas, por lo que son utilizadas como fertilizantes. Los aportes de nitratos al mar y al agua de ríos y lagos favorecen el crecimiento de algas (eutrofización).

**Nitrificación:** proceso por el cual el amoníaco es oxidado a nitrito y posteriormente a nitrato, mediante reacciones bacterianas (bacterias nitrificantes: *nitrosomonas* y *nitrobacter*), o químicas. Se trata de una importante parte del ciclo del nitrógeno, que pone a disposición de las plantas este elemento en una forma fácilmente asimilable por ellas.

**Nitrificación-desnitrificación:** proceso secuencial por el que se elimina el nitrógeno presente en las aguas residuales vía biológica. Para ello, se alterna una etapa en ausencia de  $\text{O}_2$  (anóxica), en la que las bacterias desnitrificantes degradan la materia orgánica, usando el  $\text{NO}_3^-$  como fuente de oxígeno, transformándolo en  $\text{NO}_2^-$ , que posteriormente se reduce a  $\text{N}_2$  gas (que escapa a la atmósfera), y

una etapa en la que el nitrógeno orgánico y el amoniacal se oxidan a nitrato en presencia de oxígeno.

**Nitrificantes (organismos):** organismos autótrofos quimiolitotróficos, que incluyen especies de los géneros *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter* y *Nitrococcus*. Estas bacterias consiguen su energía por la oxidación de los compuestos inorgánicos del nitrógeno.

**Nitritos:** sales del ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ). Sustancias tóxicas, a partir de las cuales pueden formarse nitrosaminas, que son cancerígenas.

**Nitrobacter:** ver *nitrificantes (organismos)*.

**Nitrógeno amoniacal:** nitrógeno combinado en forma de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).

**Nitrógeno Kjeldhal:** cantidad de nitrógeno determinada por el método Kjeldahl. Incluye el nitrógeno presente en forma orgánica y el nitrógeno en forma amoniacal.

**Nitrógeno orgánico:** nitrógeno que forma parte de la materia viva. Se determina por diferencia entre el contenido en nitrógeno Kjeldhal y el que se encuentra en forma amoniacal.

**Nitrógeno total:** suma del nitrógeno presente en una muestra en sus diferentes formas: nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitrógeno en forma nitrosa y nitrógeno en forma nítrica.

**Nitrosomonas:** ver *nitrificantes (organismos)*.

**Nivel freático:** posición del nivel del agua en un acuífero libre, respecto de la superficie del terreno.

**Nutriente:** cualquier sustancia que promueve el crecimiento de los organismos vivos. El término es generalmente aplicado para el nitrógeno y el fósforo en aguas residuales, pero también se aplica a otros elementos esenciales y a elementos traza. Cuando un nutriente es más escaso, y su concentración controla la tasa de crecimiento de los microorganismos, se le denomina nutriente limitante.

## O

**Obra de llegada:** las aguas a tratar en las PTAR deben ingresar previamente en una cámara de llegada, a la que se conectan todos los colectores que transportan las aguas residuales generadas por la población a la que se le da servicio, para su tratamiento. Tras esta cámara se disponen las distintas etapas del pretratamiento.

**Organismo:** entidad biológica capaz de reproducirse, o de transferir material genético, incluyéndose dentro de este concepto a las entidades microbiológicas, sean o no celulares.

**Organismo aerobio:** organismo que puede vivir, o desarrollarse, en presencia de oxígeno, cuyo metabolismo es oxidativo (respiración aerobia y celular) y en el que el oxígeno se usa para producir energía a partir de los carbohidratos (azúcares) (*ver bacterias aerobias*).

**Organismo anaerobio:** *ver bacterias anaerobias*.

**Organismo autótrofo:** organismo capaz de sintetizar sus metabolitos esenciales a partir de sustancias inorgánicas.

**Organismos descomponedores:** organismos capaces de aprovechar la materia y la energía que presentan los restos de los animales y de las plantas, hasta transformarlos en materia inorgánica.

**Organismos heterótrofos:** organismos que deben alimentarse con las sustancias orgánicas sintetizadas por otros organismos, bien autótrofos o heterótrofos a su vez.

**Organismo patógeno:** *ver patógeno*.

**Organoclorado:** compuesto químico orgánico, en el que algunos de los átomos de hidrógeno unidos al carbono, han sido reemplazados por átomos de cloro, que se unen mediante enlaces covalentes.

**Oxidación:** reacción química, en la cual uno de los reactivos se combina con un agente capaz de aceptar electrones (reduciéndose), mientras que el otro los dona (oxidándose). Todo proceso en el que un elemento pierde electrones.



**Oxidación biológica:** proceso consistente en reacciones de transferencia de electrones de unas moléculas a otras en las células vivas, para la producción de energía. Proceso mediante el cual los organismos vivos, en presencia de oxígeno, convierten la materia orgánica en una forma más estable o mineralizada.

**Oxidación química:** oxidación mediante la adición de compuestos químicos.

**Oxígeno disuelto:** oxígeno molecular incorporado al agua en fase líquida. La solubilidad del oxígeno en agua depende, además de su presión parcial, de la temperatura. La concentración de oxígeno disuelto en las aguas naturales es crucial para los animales acuáticos que lo utilizan en la respiración. Se expresa en ppm, mg/L o en porcentaje de saturación.

**Ozonización:** desinfección mediante la adición de ozono.

**Ozono:** molécula triatómica de oxígeno, presente de forma natural en las capas altas de la atmósfera. De fórmula  $O_3$ , el ozono es una sustancia con aplicaciones industriales, empleándose en la desinfección de las aguas.

## P

**PAO (Poliphosphate Accumulating Organisms):** *ver bacterias PAO.*

**Parásitos:** organismos que viven sobre, o dentro, de un organismo de una especie distinta (huésped), de la que se nutren.

**Parshall:** *ver canal Parshall.*

**Patógeno:** que produce, o es capaz de producir, enfermedad.

**PEAD:** Polietileno de Alta Densidad.

**Percolación:** circulación vertical descendente del agua a través de un medio filtrante.

**Pérdida de carga:** pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce.

**Permeabilidad:** capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. La velocidad de paso del fluido depende de: la porosidad del material, de la densidad del fluido y de la a presión a que este está sometido.

**pH:** medida de la acidez o basicidad de una disolución. Se define como el menos logaritmo de la concentración de iones de hidrógeno, expresada en moles por litro. La escala de pH varía de 0 a 14. Las soluciones neutras tienen un pH de 7, las ácidas presentan un pH menor que 7 y las básicas o alcalinas, mayor que 7. El pH es una magnitud importante en los ecosistemas acuáticos y edáficos.

**Plan maestro de alcantarillado:** plan de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.

**Pluviometría:** parte de la meteorología que mide y estudia la cantidad, la intensidad y la regularidad de las lluvias. Medida de las precipitaciones caídas en una localidad, o región, durante un tiempo dado.

**Pluviómetro:** aparato que recoge las aguas de lluvia y permite estimar, a partir del volumen recolectado, la intensidad de la precipitación, en volumen por unidad de superficie, para un lugar dado durante un intervalo de tiempo.

**Población de diseño:** población para la que se dimensiona una infraestructura hidráulica, teniendo en cuenta el año horizonte en el que la infraestructura finaliza su vida útil.

**Población de tamaño grande:** a los efectos de la presente guía, se define como población de tamaño grande a la que cuenta con más de 20.000 habitantes.

**Población horizonte:** *ver población de diseño.*

**Población de tamaño mediano:** a los efectos de la presente guía, se define como población de tamaño mediano a la que cuenta con 5.000-20.000 habitantes.

**Población de tamaño pequeño:** a los efectos de la presente guía, se define como población de tamaño pequeño a la que cuenta con menos de 5.000 habitantes.

**Población servida:** población a la que da servicio una infraestructura hidráulica.

**Polielectrolito:** cualquier polímero que posea grupos electrolitos. Polímeros cuyas unidades de repetición soportan un grupo electrolito, positivo o negativo (policationes o polianiones), que se disocian en disoluciones acuosas, por lo que quedan como polímeros cargados. Se emplean en las operaciones de acondicionamiento de los lodos a deshidratar.

**Polietileno:** polímero de etileno ( $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ), con numerosas aplicaciones en la fabricación de tuberías, envases, láminas de impermeabilización, etc.

**Polifosfatos:** fosfatos que contienen más de un átomo de fósforo, con enlaces P-O-P.

**Polihidroxibutirato (PHB, ácido polihidroxibutírico):** polímero perteneciente a la clase de los poliésteres, que es producido por ciertos microorganismos como un producto de asimilación del carbono (a partir de glucosa o almidón) y es empleado como una forma de almacenamiento de energía, para ser metabolizado cuando otras fuentes de energía no están disponibles.

**Polisacáridos:** polímeros cuyos constituyentes (monosacáridos), se unen repetitivamente mediante enlaces glucosídicos.

**Porosidad:** relación entre el volumen de huecos y el volumen total de una fracción definida de material. Generalmente se expresa en porcentaje.

**Potencial redox:** potencial eléctrico requerido para transferir electrones desde un oxidante a un reductor. Se emplea como medida cualitativa del estado de oxidación en los sistemas de tratamiento de agua. Se mide en voltios (V).

**Pozo de gruesos:** dispositivo que se sitúa a la entrada de las aguas residuales a las PTAR, al objeto de facilitar la extracción de los objetos de gran tamaño presentes en las aguas. Esta extracción se lleva a cabo con la ayuda de cucharas bivalvas.

**Pretratamiento:** serie de operaciones físicas y mecánicas, que tienen por objetivo separar del agua residual la mayor cantidad posible de materias, que, por su naturaleza o tamaño, pueden dar lugar a problemas en las etapas posteriores del tratamiento. Las operaciones incluidas en el Pretratamiento son: Desbaste, Desarenado y Desengrasado (*ver: Desbaste, Desarenado, Desengrasado*).

**PRFV:** poliéster reforzado con fibra de vidrio. Material compuesto, formado por una matriz de plástico o resina, reforzada con fibras de vidrio.

**Procesos biológicos:** en depuración, operaciones en las que los cambios en las características y propiedades de las aguas se llevan a cabo en presencia de microorganismos (bacterias principalmente). Entre estos procesos se encuentran: la eliminación de contaminación biodegradable presente en forma soluble o coloidal, la eliminación biológica de nutrientes, la estabilización aerobia y anaerobia de lodos, etc.

**Procesos de biomasa en suspensión:** tecnologías de depuración en las que el desarrollo de un cultivo bacteriano, que degrada la materia orgánica, se produce en el seno de las aguas a tratar, quedando dicha biomasa suspendida en el licor mezcla.

**Procesos de biopelícula o de película fija:** en depuración, tecnologías en las que se utiliza la capacidad que tienen la mayoría de los microorganismos para reproducir exopolímeros que les permiten adherirse, y formar una biopelícula, que integra la biomasa, responsable de la degradación de la materia orgánica, y que se encuentra adherida a un soporte inerte.

**Proteínas:** moléculas de gran tamaño formadas por una o más cadenas de aminoácidos, que siguen un orden específico, y construidas según la información genética codificada por el RNA.

**Protoplasma:** conjunto de citoplasma y núcleo de las células.

**Protozoo:** organismo unicelular que se alimenta de bacterias, nano-fitoplancton, partículas orgánicas y otros protozoos, por lo que contribuye a la purificación de los efluentes finales de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

**Psicrófilo:** organismos capaces de vivir a temperaturas por debajo de los 5 °C.

**PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales):** conjunto de unidades de tratamiento convenientemente dispuestas para llevar adelante procesos y operaciones unitarias (físicas, químicas y biológicas), que permitan descargar en el cuerpo receptor aguas tratadas, cuya calidad sea compatible con las exigencias legales y/o con la utilización de las aguas abajo de la población.

**PTAR de tamaño grande:** a los efectos de la presente guía, se define como PTAR de tamaño grande a la que da servicio a más de 20.000 habitantes.

**PTAR de tamaño mediano:** a los efectos de la presente guía, se define como PTAR de tamaño mediano a la que da servicio a 5.000-20.000 habitantes.

**PTAR de tamaño pequeño:** a los efectos de la presente guía, se define como PTAR de tamaño pequeño a la que da servicio a menos de 5.000 habitantes.

**Purga de lodos:** retirada periódica de los lodos que se van acumulando en el fondo de los sedimentadores que se emplean en el tratamiento de las aguas residuales.

**PVC:** cloruro de polivinilo. Polímero orgánico obtenido por polimerización del cloruro de vinilo. Sus propiedades de resistencia a ácidos y bases, estabilidad y plasticidad hacen que sea uno de los productos más utilizados de la industria del plástico, con numerosas aplicaciones.

## Q

**Quimioautótrofo:** organismo que emplea compuestos inorgánicos como fuente de energía.

**Quimioheterótrofo:** organismo que utiliza compuestos orgánicos como fuente de energía.

## R

**Radiación:** propagación de la energía en el espacio. Energía que se propaga sin el concurso de la materia.

**Radiación solar:** energía que se propaga en el espacio procedente del sol. Radiación total de luz directa, difusa o dispersa, que se recibe sobre una superficie horizontal, por unidad de superficie y unidad de tiempo. Se mide en Langleys/d ( $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{d}$ ).

**Radiación UV:** región del espectro electromagnético con longitudes de onda comprendidas entre 100-400 nanómetros (nm). En el tratamiento de las aguas residuales se emplea como agente desinfectante.

**Reactor biológico:** en los procesos de tratamiento biológico de las aguas residuales, recintos donde se ponen en contacto las aguas a tratar, con la biomasa bacteriana. También se les denomina cubas biológicas.

**Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA):** tecnología de tratamiento, vía a anaerobia, en la que las aguas residuales a tratar pasan a través de un manto de lodos a baja velocidad ascensional.

**Reactores de mezcla completa:** *ver flujo de mezcla completa.*

**Reactores secuenciales discontinuos (SBR):** proceso de tratamiento biológico de las aguas residuales, que combina en un mismo reactor los procesos de aireación y de sedimentación secundaria.

**Red de drenaje:** *ver drenaje.*

**Red de saneamiento:** red de evacuación de las aguas residuales y pluviales de los núcleos urbanos.

**Regeneración de aguas residuales:** procesos de tratamiento por el cual las aguas residuales depuradas se someten a los procesos adicionales de tratamiento, que puedan ser necesarios para adecuar su calidad a los usos previstos.

**Resistencia estructural:** capacidad que tienen los elementos estructurales de aguantar los esfuerzos a los que están sometidos sin romperse.

**Respiración:** conjunto de reacciones metabólicas por el que las células reducen el oxígeno, con producción de energía y agua.

**Respiración endógena:** proceso de auto-oxidación, por la que los organismos metabolizan su propio material celular, sin reponerlo, en ausencia de aportes exógenos de alimento.

**Reúso de aguas:** *ver reutilización.*

**Reutilización:** aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico, para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios de regeneración, para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar.

**Rizoma:** tallo subterráneo horizontal, del que parten raíces y tallos verticales.

## S

**Salinidad:** expresión porcentual, o en peso por unidad de volumen, del contenido en sales de las aguas.

**Saneamiento:** evacuación de aguas residuales y pluviales mediante una red de alcantarillado.

**Saturación:** estado de una disolución en el que el soluto alcanza su concentración máxima y ya no puede disolverse más.

**Sedimentación:** operación unitaria empleada en la separación o aislamiento de un sólido de un líquido, por acción de la gravedad, en condiciones de reposo.

**Sedimentador:** dispositivo usado para separar por gravedad las partículas en suspensión en una masa de agua. Se usa en el tratamiento de las aguas residuales, distinguiéndose entre sedimentadores primarios (dispuestos tras el pretratamiento), y secundarios (ubicados tras el reactor biológico).

**Séptico:** en condiciones de putrefacción.

**Sifón:** tubería en forma de U, que permite, entre otras cosas, vaciar de forma periódica y automática, un depósito cuando el sifón se ceba.

**Sifón de descarga controlada:** tipo de sifón que se emplea para alimentar de forma intermitente a los humedales artificiales de flujo vertical.

**Simbiosis:** asociación de individuos animales y/o vegetales de diferentes especies, en la que todos sacan provecho de su vida en común.

**Síntesis:** reacción por la que se unen dos o más elementos para crear una sustancia nueva.

**Sistema de alcantarillado sanitario:** conjunto de colectores secundarios, principales, interceptores, emisarios, bombeo, cámaras de inspección, terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza, que recogen y transportan aguas residuales hasta la planta de tratamiento o disposición final. Denominado también sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

**Sistema de alcantarillado pluvial:** conjunto de colectores secundarios, principales, cámaras de inspección, tuberías de conexión, cámaras de conexión, sumideros y conjunto cordón - cuneta, que recogen y transportan aguas pluviales hasta su disposición final. Denominado también sistema de recolección y evacuación de aguas pluviales.

**Sistema de alcantarillado sanitario separado:** sistema destinado a recolectar y transportar aguas residuales, con un solo tubo.

**Sistema de alcantarillado combinado:** sistema que recolecta y transporta conjuntamente aguas residuales y pluviales, en un solo tubo.

**Sobrecarga:** en los sistemas de tratamiento de las aguas residuales, carga que recibe el sistema por encima de sus parámetros de dimensionamiento. Puede ser sobrecarga hidráulica y/o de sobrecarga orgánica.

**Sólidos disueltos:** fracción del total de sólidos en el agua que pasan a través de un papel de filtro estandarizado. Incluyen la materia coloidal y los compuestos orgánicos e inorgánicos solubles.

**Sólidos en suspensión totales:** fracción del total de sólidos en el agua que pueden ser separados por filtración a través de un papel de filtro estandarizado. Aproximadamente el 60% de los sólidos en suspensión son sedimentables y un 75% de ellos son de naturaleza orgánica.

**Sólidos en Suspensión en el Licor Mezcla (SSLM):** medida de la concentración de biomasa en un reactor biológico (g/L).

**Sólidos sedimentables:** fracción del total de sólidos en el agua que se separan de la misma por acción de la gravedad, durante un período determinado (generalmente 30 minutos) y en unas condiciones preestablecidas.



**Sólidos totales:** conjunto de los sólidos presentes en las aguas, incluyendo los sedimentables, los disueltos y los que se encuentran en suspensión.

**Sólidos volátiles:** fracción de los sólidos totales que desaparecen por calcinación.

**Sonda de nivel:** dispositivo para medir el nivel de un líquido en un depósito.

**Sulfatos:** sales del ácido sulfúrico ( $\text{SO}_4^-$ ).

**Sulfhídrico:** hidrácido de fórmula  $\text{H}_2\text{S}$ . Este gas, más pesado que el aire, es inflamable, incoloro, tóxico y presenta un fuerte olor a huevos podridos, típico de los ambientes anaerobios.

**Sulfuros:** combinación del azufre (número de oxidación -2) con un elemento químico, o con un radical.

**Suministro de agua potable:** *ver abastecimiento.*

**Superficie específica:** superficie por unidad de volumen ( $\text{m}^2/\text{m}^3$ ).

**Suspensión:** mezcla no homogénea, que puede separarse fácilmente por filtración.

**Sustrato:** sustancia capaz de ser transformada por una reacción enzimática.

## T

**Tamiz:** dispositivo, que mediante procesos físicos y mecánicos, separa materiales sólidos de tamaños de partícula superior a la luz de paso.

**Taninos:** compuestos fenólicos que se encuentran en los vegetales, o se generan en procesos bioquímicos.

**Tanque de tormenta:** elementos de control de la red de saneamiento, destinados a limitar los caudales que se alivian en los periodos de tiempo de lluvia. El criterio más generalizado es que el volumen del tanque de tormenta sea capaz de retener, como mínimo, las aguas contaminadas producidas en los primeros 20 minutos de lluvias.

**Tanque Imhoff:** dispositivo empleado en el tratamiento primario de las aguas residuales, que consta de un único depósito, en el que se separan la zona de sedimentación, que se sitúa en la parte superior, de la de digestión de los sólidos decantados, que se ubica en la zona inferior del depósito. La configuración de la apertura que comunica ambas zonas impide el paso de gases y partículas de fango de la zona de digestión a la de decantación. De esta forma se evita que los gases que se generan en la digestión afecten a la decantación de los sólidos en suspensión sedimentables.

**Tanque séptico:** dispositivo, que generalmente se dispone enterrado, y que permite un tratamiento primario de las aguas residuales, reduciendo su contenido en sólidos en suspensión, tanto sedimentables como flotantes.

**Tasa de recirculación:** relación entre el caudal que se recircula al reactor y el caudal afluente al mismo.

**Tecnologías extensivas:** tecnologías para el tratamiento biológico de las aguas residuales urbanas, que requieren intervenciones de bajo impacto ambiental, logrando la reducción de la carga contaminante con costos de operación inferiores a los de los tratamientos intensivos y con unas necesidades de mantenimiento sin grandes dificultades técnicas, lo que permite su intervenciones por personal no especializado. Entre ellas se encuentran las Lagunas de Estabilización, los Lombrifiltros y los Humedales Artificiales.

**Tecnologías intensivas:** tecnologías para el tratamiento biológico de las aguas residuales urbanas, en las que el oxígeno, necesario para la biodegradación de los contaminantes, se aplica mediante equipos electromecánicos (turbinas, compresores, eyectores). En ellas se encuadran las distintas modalidades de los Lodos Activados.

**Temperatura:** variable de estado directamente proporcional a la energía cinética media de las partículas de un cuerpo.

**Temporizador:** dispositivo que, mediante diversos mecanismos, permite regular la conexión ó desconexión de un circuito eléctrico.

**Termoclina:** zona de gradiente rápido de temperatura entre el agua superficial, más caliente, y el agua más fría y profunda en un lago, embalse, océano o mar. Se ubica entre el epilimnion y el hipolimnion.

**Tiempo de Retención Hidráulica (TRH):** cociente entre el volumen de un recipiente y el caudal aplicado (h, d).

**Tiempo de retención celular:** tiempo medio en el que los microorganismos se mantienen en el reactor (*ver edad del lodo*) (h, d).

**Timina:** compuesto heterocíclico derivado de la pirimidina. Es una de las cinco bases nitrogenadas constituyentes de los ácidos nucleicos. Forma parte del ADN.

**Topografía:** representación gráfica de la superficie terrestre.

**Tornillo de Arquímedes:** máquina helicoidal utilizada para la elevación de fluidos.

**Totora:** *Schoenoplectus californicus*. Planta herbácea perenne acuática, de la familia de las ciperáceas, común en esteros y pantanos de América del Sur.

**Toxicidad:** cualquier efecto adverso de una sustancia en un organismo vivo. El término se usa para describir el potencial que tiene una sustancia para causar efectos adversos. El grado de toxicidad de una sustancia es directamente proporcional a la concentración y al tiempo de exposición de esta. Esta relación varía con la etapa de desarrollo del organismo.

**Tóxico:** sustancia que puede causar efectos adversos en los organismos expuestos, como resultado de interacciones fisicoquímicas con sus tejidos.

**Tratamiento avanzado:** procesos físicos y químicos especializados que reducen la cantidad de nutrientes (N y P), que permanecen en las aguas residuales tratadas después de un tratamiento secundario.

**Tratamiento biológico:** tratamiento a que se someten las aguas residuales biodegradables, en el que, con el concurso de microorganismos, se consigue la degradación de los contaminantes.

**Tratamiento fisicoquímico:** en este tipo de tratamiento, mediante la adición de reactivos químicos, se consigue mejorar la reducción de los sólidos en suspensión, al eliminarse también sólidos coloidales, gracias al incremento del tamaño y densidad de los mismos, mediante procesos de coagulación-floculación.

**Tratamiento primario:** según la Directiva 91/271/CEE, "tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante un proceso físico o fisicoquímico. que incluya la

*sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la  $DBO_5$  de las aguas residuales que entren, se reduzca, por lo menos, en un 20% antes del vertido, y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca, por lo menos, en un 50%".*

**Tratamiento secundario:** según la Directiva 91/271/CEE, "tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya un tratamiento biológico con sedimentación secundaria u otro proceso, en el que se respeten los requisitos que se establecen reglamentariamente".

**Tratamiento terciario:** permite obtener efluentes finales de mejor calidad, para que puedan ser vertidos en zonas donde los requisitos son más exigentes, o para que puedan ser reutilizados en otros usos.

**Trihalometanos:** compuestos químicos volátiles que se generan por la reacción de la materia orgánica con el cloro utilizado en desinfección. En esta reacción se reemplazan tres de los cuatro átomos de hidrógeno del metano por átomos de cloro. Son compuestos tóxicos.

**Turbidez:** modificación de la transparencia del agua debido a la presencia en la misma de materia coloidal y suspendida.

## U

**UFC:** Unidades Formadoras de Colonias. En estas unidades, por 100 mL, se expresan las concentraciones de coliformes y estreptococos fecales presentes en las aguas residuales y en los efluentes tratados.

**Ultrasonido:** onda acústica cuya frecuencia está por encima del límite audible por el oído humano (aproximadamente 20 kHz).

**Ultravioleta:** *ver radiación UV.*

## V

**Valor límite de emisión:** valor máximo de concentración que se permite en un efluente tratado para un parámetro determinado, antes de su vertido a un medio receptor.

**Valores de emisión:** cantidad o concentración de los contaminantes presentes en un vertido. Se miden en el propio vertido.

**Valores de inmisión:** cantidad o concentración de los contaminantes presentes en el cuerpo receptor. Se mide en el cuerpo receptor, tras su dilución con las aguas circulantes.

**Válvula:** dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases, mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye, un orificio o conducto.

**Velocidad ascensional:** caudal de un fluido dividido por la superficie del depósito por el que se desplaza ascensionalmente ( $m^3/m^2/h$ ,  $m/h$ ) (*ver carga superficial*).

**Velocidad de sedimentación:** velocidad final de caída a la que se produce el depósito de los sólidos sedimentables en suspensión.

**Vertedero de aforo:** dispositivo para la medición de caudales en canales abiertos, constituido por una pared que se dispone perpendicularmente a la dirección del flujo, y que produce una elevación del nivel del agua. Midiendo esta elevación se calcula el caudal circulante.

**Vertedero Sutro:** tipo de vertedero que se emplea como sección de control en los canales desarenadores de flujo constante.

**Vertedero Thompson:** tipo de vertedero que suele emplearse en la salida de los sedimentadores y que presenta forma de sierra.

**Vertedero triangular:** dispositivo para la medición de caudales en canales abiertos.

**Vertido:** acción y efecto de verter. En su acepción ambiental se utiliza para designar la corriente de desperdicios, ya sean líquidos, sólidos o gaseosos, que se introduce en el medio ambiente.

**Virus:** organismo de estructura muy sencilla, compuesto de proteínas y ácidos nucleicos y capaz de reproducirse sólo en el seno de células vivas específicas, utilizando su metabolismo. Componente permanente de los virus es el ácido nucleico (ADN o ARN), envuelto por una cubierta proteica, llamada cápside.

**Volátil:** se dice de la sustancia líquida o sólida, con tendencia a pasar al estado de vapor a la temperatura ordinaria.

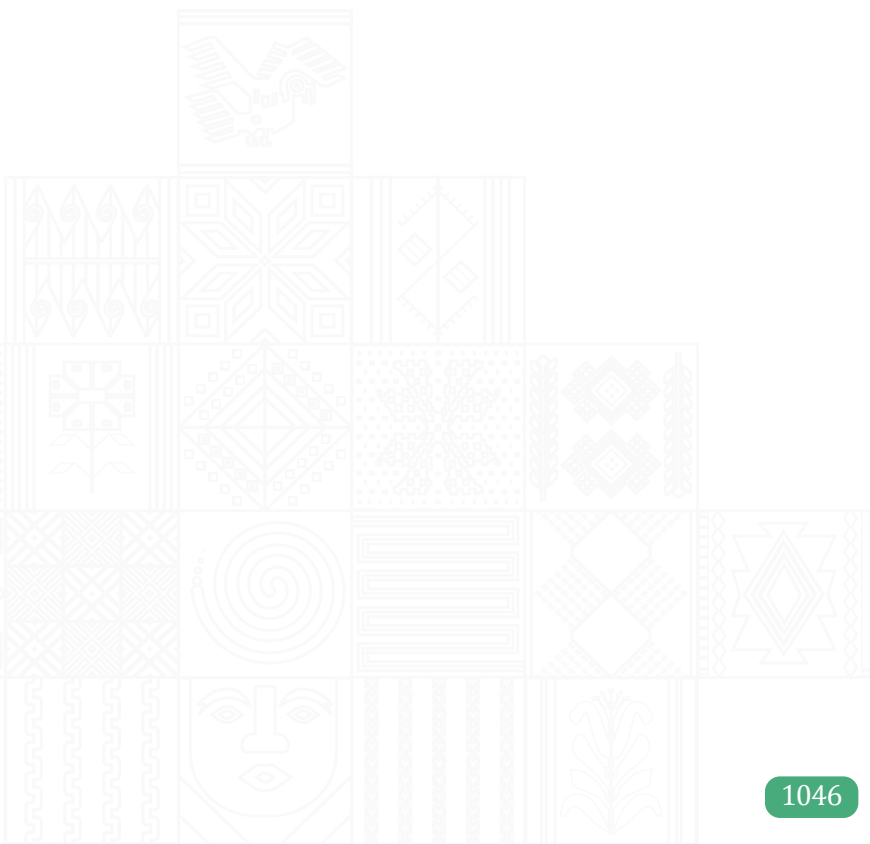
## Z

**Zonas húmedas naturales:** *ver humedales naturales.*

**Zona radicular:** conjunto de raíces de una planta.

**Zooplankton:** designación colectiva de los organismos no fotosintéticos que existen en el plancton.

**Zona ecológica:** área geográfica con rasgos geológicos, biológicos (flora y fauna) y climáticos, homogéneos.



# Anexo 4

## Glosario de unidades







**a:** año

**Bs:** bolivianos

**Bs/hab:** bolivianos por habitante

**Bs/hab/año:** bolivianos por habitante y año

**Bs/kg DBO<sub>5</sub>/d:** bolivianos por kg de DBO<sub>5</sub> y día

**Bs/m<sup>3</sup>/d:** bolivianos por metro cúbico y día

**°C:** grado centígrado

**d:** día

**g:** gramo

**g/L:** gramos por litro

**g DBO<sub>5</sub>/hab/d:** gramos de DBO<sub>5</sub> por habitante y día

**g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup>/d:** gramos de DBO<sub>5</sub> por metro cuadrado y día

**g DQO/hab/d:** gramos de DQO por habitante y día

**g m.s./hab/d:** gramos de materia seca por habitante y día

**g N/hab/d:** gramos de Nitrógeno por habitante y día

**g P/hab/d:** gramos de Fósforo por habitante y día

**g O<sub>2</sub>/h/m:** gramos de oxígeno por hora y metro

**g SST/m<sup>2</sup>/d:** gramos de Sólidos en Suspensión Totales por metro cuadrado y día

**h:** hora

**ha:** hectárea

**hab:** habitante

**°K:** grado Kelvin

**kg:** kilogramo

**kg/cm<sup>2</sup>:** kilogramos por centímetro cuadrado

**kg/m<sup>2</sup>/d:** kilogramos por metro cuadrado y día

**kg/m<sup>3</sup>:** kilogramo por metro cúbico

**kg DBO<sub>5</sub>/d:** kilogramos de DBO<sub>5</sub> por día

**kg DBO<sub>5</sub>/h:** kilogramos de DBO<sub>5</sub> por hora

**kg DBO<sub>5</sub>/kg SSLM/d:** kilogramos de DBO<sub>5</sub> por kilogramo de Sólidos en Suspensión en el Licor Mezcla y día

**kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/d:** kilogramos de DBO<sub>5</sub> por metro cúbico y día

**kg DQO/m<sup>3</sup>/d:** kilogramos de DQO por metro cúbico y día

**kg m.s./m<sup>2</sup>/a:** kilogramos de materia seca por metro cuadrado y año

**kg m.s./m<sup>3</sup>:** kilogramos de materia seca por metro cúbico

**kg N/m<sup>3</sup>/d:** kilogramos de Nitrógeno por metro cúbico y día

**kg O<sub>2</sub>/d:** kilogramos de oxígeno por día

**kg O<sub>2</sub>/kWh:** kilogramos de oxígeno por kilowatt y hora

**kg SSLM:** kg de Sólidos en Suspensión en el Licor Mezcla

**kg SSVLM:** kg de Sólidos en Suspensión Volátiles en el Licor Mezcla

**kg SST/d:** kilogramos de Sólidos en Suspensión Totales por día

**kg SSV/m<sup>3</sup>:** kilogramos de Sólidos en Suspensión Volátiles por metro cúbico

**kg SV/m<sup>3</sup>**: kilogramos de Sólidos Volátiles por metro cúbico

**kg SV/m<sup>3</sup>/d**: kilogramos de Sólidos Volátiles por metro cúbico y día

**km<sup>2</sup>**: kilómetro cuadrado

**kW**: kilowatt

**kW/h**: kilowatts por hora

**L**: litro

**L/s**: litro por segundo

**L/hab/a**: litro por habitante y año

**L/hab/d**: litro por habitante y día

**m**: metro

**m/h**: metros por hora

**m/s**: metros por segundo

**m/s<sup>2</sup>**: metros por segundo al cuadrado

**m<sup>2</sup>**: metro cuadrado

**m<sup>2</sup>/hab**: metros cuadrados por habitante

**m<sup>2</sup>/kg DBO<sub>5</sub>/d**: metros cuadrados por kg de DBO<sub>5</sub> y día

**m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>**: metros cuadrados por metro cúbico

**m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>/d**: metros cuadrados por metro cúbico y día

**m<sup>3</sup>**: metro cúbico

**m<sup>3</sup>/d**: metros cúbicos por día

**m<sup>3</sup>/h**: metros cúbicos por hora

**m<sup>3</sup>/kg DBO<sub>5</sub>**: metros cúbicos por kg de DBO<sub>5</sub>

**m<sup>3</sup>/m/h**: metros cúbicos por metro y hora

**m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h**: metros cúbicos por metro cuadrado y hora

**m<sup>3</sup>/s**: metros cúbicos por segundo

**mg**: miligramo

**mg/g DBO<sub>5</sub>**: miligramos por gramo de DBO<sub>5</sub>

**mg/L**: miligramos por litro

**mg N-NO<sub>3</sub>/L**: miligramos de nitrógeno, en forma de nitrato, por litro

**mg N-NH<sub>3</sub>/L**: miligramos de nitrógeno, en forma de amoníaco, por litro

**mg NO<sub>3</sub>/L**: miligramos de nitratos por litro

**mg O<sub>2</sub>/L**: miligramos de oxígeno por litro

**mg P-PO<sub>4</sub>/L**: miligramo de fósforo, en forma de fosfato, por litro

**mg PO<sub>4</sub>/L**: miligramos de fosfatos por litro

**min**: minuto

**mL**: mililitro

**mJ/cm<sup>2</sup>**: milijulios por centímetro cuadrado

**mL/L**: mililitros por litro

**mm**: milímetro

**mm/a**: milímetros por año

**mm c.a.:** milímetros de columna de agua

**mm Hg:** milímetros de mercurio

**m.s.n.m.:** metros sobre el nivel del mar

**mW/cm<sup>2</sup>:** miliwatts por centímetro cuadrado

**nm:** nanómetro

**Nm<sup>3</sup>:** Normal m<sup>3</sup> (a 0 °C y 1 atm)

**Nm<sup>3</sup>/h:** Normal m<sup>3</sup> por hora

**NMP/100 mL:** Número Más Probable por 100 mL

**s:** segundo

**t:** tonelada

**t/d:** toneladas por día

**u.log.:** unidades logarítmicas

**µg/L:** microgramos por litro

**µm:** micrómetro

**UFC:** Unidades Formadoras de Colonias

**UNT:** Unidades Nefelométricas de Turbidez

**W:** watt

**Wh:** watts por hora

**%:** tanto por ciento

La **Fundación Pública Andaluza Centro de las Nuevas Tecnologías (CENTA)**, es un Centro de Investigación adscrito a la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, y que está apoyado por entidades públicas y privadas del sector del agua.

Como Gerente de la **Fundación CENTA**, quisiera agradecer la confianza prestada por el **Banco Interamericano de Desarrollo (BID)**, la **Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID)** y el **Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)**, al encargarnos la redacción de la **Guía técnica para la selección y el diseño de líneas de tratamiento de aguas residuales**. También quisiéramos reconocer el apoyo técnico recibido del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para la revisión y mejora de la presente Guía.

Confiamos, en que esta Guía se convierta en una herramienta útil para la selección y el diseño de las líneas de tratamiento de las aguas residuales generadas en las distintas condiciones geográficas y climáticas bolivianas y, que contribuya por tanto, a la reducción de la contaminación de las masas de agua del país.

**Álvaro Real Jiménez**

**Director General de Infraestructuras  
del Agua Junta de Andalucía**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE Y AGUA

VICEMINISTERIO DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO BÁSICO

Autoría:



FUNDACIÓN PÚBLICA ANDALUZA  
CENTRO DE LAS NUEVAS  
TECNOLOGÍAS DEL AGUA (CENTA)  
Consejería de Agricultura, Ganadería,  
Pesca y Desarrollo Sostenible

Con la colaboración de:



MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
Y EXPERIMENTACIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS

Con el apoyo de:



**FCAS** Fondo de Cooperación  
para Agua y Saneamiento

