

Curso de Operario de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales



Módulo 1: Composición y clasificación de las aguas residuales. Toma de muestras.

Rafael Marín Galvín

Jefe de Control de Calidad-EMACSA

Director de la «Cátedra EMACSA»

LA CONTAMINACIÓN DE UN AGUA ES UN FENÓMENO NATURAL

- EPISODIOS VOLCÁNICOS**
- FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS**
- CATÁSTROFES NATURALES**
- ACTIVIDADES DE FLORA Y FAUNA..**

TAMBIÉN ES UN FENÓMENO DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO DE MUCHA MAYOR EXTENSIÓN EN FUNCIÓN DEL USO DEL AGUA POR EL HOMBRE

- CONSUMO HUMANO**
 - ASEO Y ALIMENTACIÓN**
 - INDUSTRIA**
 - AGRICULTURA**
 - USOS LÚDICOS**
 - PRODUCCIÓN HIDRO-ELÉCTRICA Y NUCLEAR**
 - PISCIFACTORÍAS**
 - NAVEGACIÓN...**

EL USO DEL AGUA (DE CONSUMO) POR EL HOMBRE DA LUGAR A DOS TIPOS DE AGUAS RESIDUALES:

➤ AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

PRODUCIDAS EN LOS HOGARES A CONSECUENCIA DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS, ASEO PERSONAL, MANTENIMIENTO DOMICILIARIO, REPARACIONES DOMÉSTICAS..

➤ AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

GENERADAS POR LAS DIFERENTES ACTIVIDADES INDUSTRIALES, COMERCIALES Y EN GENERAL DE CARÁCTER NO DOMÉSTICO O DOMICILIARIO LLEVADAS A CABO EN LA SOCIEDAD ACTUAL.

- Contaminación Agua Residual = Caudal + Materias en suspensión + DBO₅
Contaminación Industrial vendrá definida por la DQO

- Calidad definida por Parámetros específicos:

- Origen



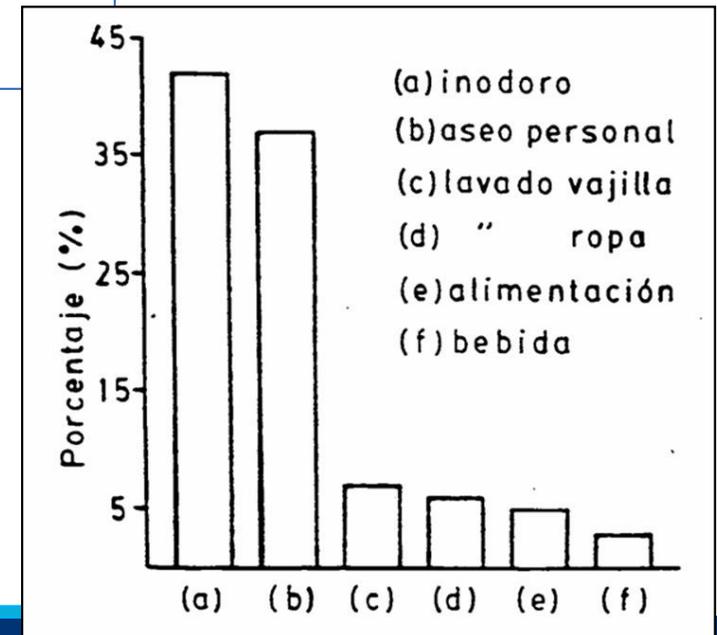
Organolépticos	Color, turbidez, sabor, olor.....
Físico-químicos	pH, Tº, sólidos, O ₂ , conductividad, etc.
Sustancias indeseables	NH ₃ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Fenol, etc.
Tóxicas	Metales, orgánicos, sustancias prioritarias y emergentes, etc.
Parámetros microbiológicos	Algas, bacterias, virus, larvas, etc.

➤ AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

APROXIMADAMENTE EL 75% DEL AGUA DE CONSUMO EMPLEADA EN LOS HOGARES SE CONVIERTE EN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA O DOMICILIARIA

PARA UN CONSUMO MEDIO DE 200 L/H-DÍA, UNOS 150 L/H-DÍA SE VIERTEN A TRAVÉS DE LOS DESAGÜES DOMÉSTICOS

EL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA PRESENTA SUSTANCIAS CUYO ORIGEN SE ENCUENTRA DE FORMA MAYORITARIA EN LA PROPIA ACTIVIDAD FISIOLÓGICA HUMANA, ADEMÁS DE RESTOS DE COMPUESTOS TANTO ORGÁNICOS COMO INORGÁNICOS GENERADOS DENTRO DEL ÁMBITO DE NUESTROS HOGARES



➤ COMPOSICIÓN MEDIA DEL DESECHO FECAL HUMANO

-80% DE AGUA

-20% DE MATERIA SECA

MATERIA SECA:

30% aminoácidos, prótidos y proteínas

30% materias orgánicas diversas (fibras, residuos de alimentos)

15% lípidos y grasas

Resto: fosfatos, carbonatos y oxalatos de Ca y Mg

-TRAZAS: azúcares, cetonas, hormonas, medicamentos, analgésicos, tanto en disolución como en sólidos..

➤ **EL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA TAMBIÉN CONTIENE RESTOS DE COMPUESTOS PROCEDENTES DE ACTIVIDADES TÍPICAMENTE DOMICILIARIAS:**

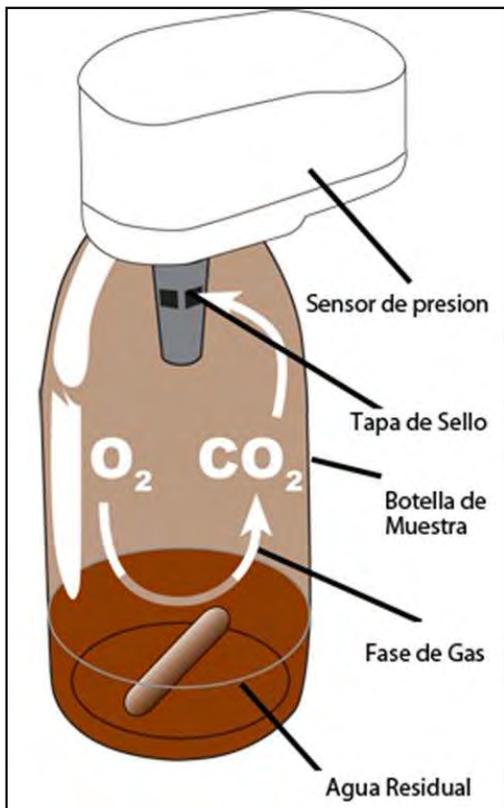
➤ **ASEO, LIMPIEZA DEL HOGAR, ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DOMÉSTICO, JARDINERÍA, BRICOLAGE..**

Contaminantes aportados por las las aguas residuales domésticas e industriales

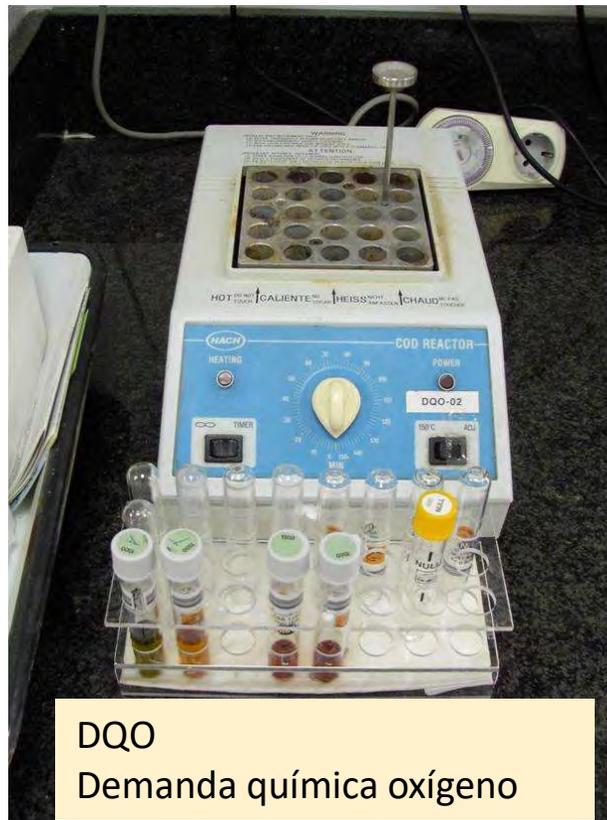
CARACTERISTICAS	PROCEDENCIA
Propiedades físicas	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales, desintegración natural de materiales orgánicos.
Olor	Agua residual en descomposición, vertidos industriales
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales.
Constituyentes químicos orgánicos	
Carbohidratos	Aguas residuales comerciales e industriales
Grasas animales, aceites y grasas	Aguas residuales comerciales, domésticas e industriales.
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales.
Proteínas	Aguas residuales domésticas y comerciales.
Agentes tensoactivos	Aguas residuales domésticas e industriales.
Otros	Desintegración natural de materiales orgánicos.
Inorgánicos	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, aguas de suministro, infiltración del agua subterránea
Cloruros	Agua de suministro, aguas residuales domésticas, infiltración del agua subterránea, ablandadores de agua.
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Aguas residuales domésticas, industriales y residuos agrícolas.
pH	Vertidos industriales
Fósforo	Aguas residuales domésticas e industriales, escorrentía residual.
Azufre	Aguas de suministro, aguas residuales, domésticas e industriales.
Compuestos tóxicos	Vertidos industriales.
Gases	
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales
Metano	Descomposición de aguas residuales domésticas.
Oxígeno	Agua de suministro, infiltración del agua superficial
Constituyentes biológicos	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Protistas	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Virus	Aguas residuales domésticas

ALGUNAS SUSTANCIAS DETECTADAS EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS ACTUALMENTE

- ✓ **Metales (Cu, Zn, Pb, Cr):** conducciones de agua, productos de limpieza, aseo personal, tráfico urbano, corrosiones mobiliario urbano, suciedad viario público
- ✓ **HAP:** tráfico, calefacción
- ✓ **Cloroformo, diclorometano:** cloración aguas, disolventes
- ✓ **Xilenos, toluenos, cloroetilenos:** desengrasantes, disolventes
- ✓ **Insecticidas, fitosanitarios:** control de plagas, jardinería
- ✓ **Alquilfenoles:** detergentes, productos de limpieza, cosméticos, envases
- ✓ **Compuestos organometálicos:** pinturas, barnices, tratamientos de maderas, textiles
- ✓ **Ftalatos:** aditivo de plásticos (chupetes y otros productos infantiles)
- ✓ **Medicamentos:** antibióticos, otros medicamentos
- ✓ **Disruptores endocrinos, compuestos hormonales..**
- ✓ **Analgésicos, antipiréticos..**
- ✓ **Drogas variadas:** cocaína, drogas de diseño..



DBO₅
Demanda bioquímica oxígeno



DQO
Demanda química oxígeno



Nitrógeno Kjeldahl, Fosforo total



Sólidos en suspensión,
materia orgánica fangos



pH, conductividad



Aceites, grasas



Metales



Microbiología



Cromatografía de gases



Cromatografía de líquidos



Control de fangos

Habitante-equivalente, muy empleado en depuración y saneamiento de aguas residuales.

Se trata de una forma de cuantificación de la carga contaminante global de un agua residual de una población, considerando no sólo su concentración sino su caudal.

Se puede definir como la carga orgánica de un agua que provoca un consumo de 60 g de oxígeno en un ensayo de DBO₅.

Ejemplo: un saneamiento con un caudal de aguas residuales de 10.000 m³ y una DBO₅ de 400 mg/L (o lo que es igual, 400 g/m³) tendría una carga biodegradable diaria de,

$10.000 \text{ m}^3 \times 400 \text{ g/m}^3 = 4.000.000 \text{ g}$

y dividiendo entre 60 g resultaría,

66.667 habitantes-equivalente,

independientemente del número real de habitantes de la población.

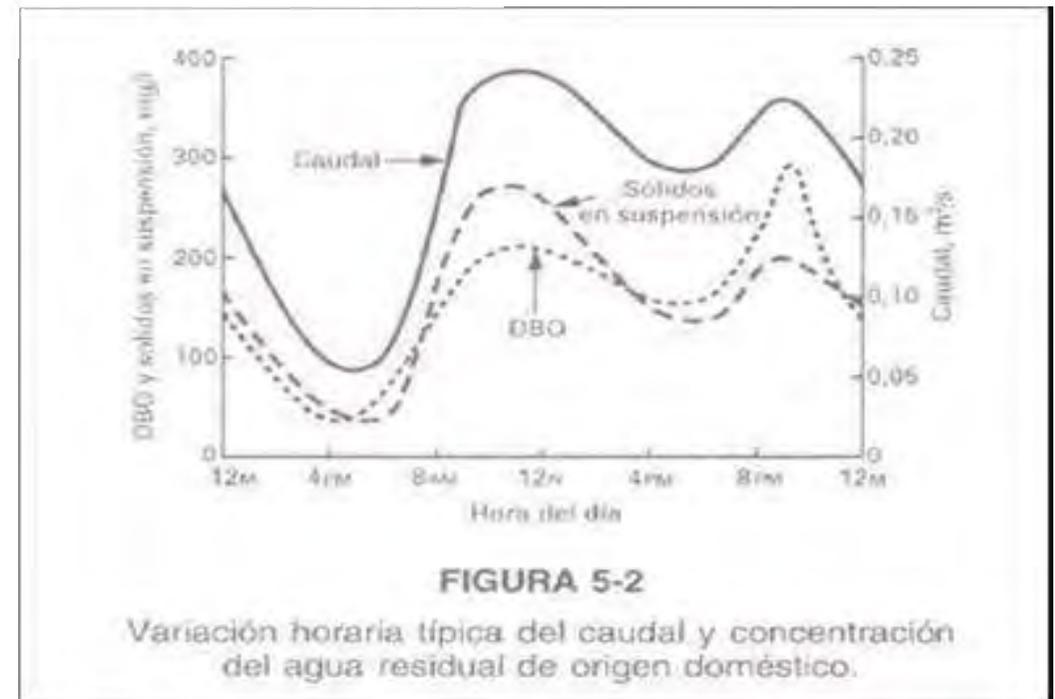
➤ AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Compuestas de:

- Aguas de proceso
- Aguas de refrigeración
- Aguas sanitarias o fecales

➤ CAUDALES Y PAUTAS DE EMISIÓN MUY DIFERENTES A LAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

➤ CARACTERÍSTICAS CONTAMINANTES MUY DISTINTAS A LAS RESIDUALES DOMÉSTICAS



Aceiteras	DBO, DQO-Cr, Grasas, Cl, Detergentes
Productos lácteos	Sólidos, DBO, Grasas, pH
Bebidas	Sólidos, DBO, Deterg., pH
Cementeras, Hormigonados	pH, Sulfatos
Farmacéuticas	Deterg., DBO, Orgánicos sintéticos
Artes Gráficas	Sólidos, DQO-Cr, Fenoles
Joyerías-Platerías	Sólidos, pH, Deterg., Cianuros
Lavanderías	Detergentes, Grasas
Mataderos	Sólidos, DBO, Grasas
Transformados metálicos	Sólidos, Deterg., Metales, Cianuros
Reciclado de plásticos	Alta temperatura, Sólidos
Vidrios	pH, Fluoruros, Metales
Papeleras	Sólidos, DBO, DQO-Cr, pH
Preparados alimentarios	Sólidos, DBO, DQO-Cr, Grasas, Cl
Textiles	pH, Sólidos, DQO-Cr, Cloruros
Hospitales	Sólidos, DBO, Deterg., Radiactivos
Químicas	DQO-Cr, Orgánicos, Metales
Térmicas, nucleares	Alta temperatura, Metales, Radiactivos

Origen	DBO₅	Sólidos suspensión
Aguas residuales domésticas	1	1
Efluentes papeleras	15 – 1.300	1.600
Efluentes curtidos y tenerías	20 – 50	40 – 80
Efluentes textiles	<1 – 350	130 – 600
Efluentes conserveras	10 – 800	3 – 450
Efluentes fabricación levaduras	30 – 80	1,5 – 10
Efluentes cerveceras	<1 - 100	1 – 50
Vertidos aderezo aceitunas	5 -15	5 -10
Vertidos bebidas no alcohólicas	<1 -2	<1 -5

CARGA CONTAMINANTE: CAUDAL (m^3/h) x CONCENTRACIÓN (g/m^3)

Parámetro	Concentración		
	Carga Fuerte	Carga Media	Carga Débil
Sólidos totales	1.200	720	350
Sól. disueltos totales	850	500	250
Sól. en suspensión totales	350	220	100
Sólidos sedimentables	20	10	5
D.B.O	400	220	110
C.O.T	290	160	80
D.Q.O	1000	500	250
Nitrógeno total	85	40	29
Nitrógeno orgánico	35	15	8
Amoniaco	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo total	15	8	4
Fósforo orgánico	5	3	1
Fósforo inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad	200	100	50
Grasas	150	100	50
Coliformes fecales	10 ⁶ -10 ⁸		10 ⁵ -10 ⁷

DBO ₅ /DQO	Biodegradabilidad del agua residual
0,4	Alta
0,2-0,4	Normal
0,2	Baja

PARAMETRO	UNIDAD	BRUTA	PARAMETRO	UNIDAD	BRUTA
Temperatura	°C	24,5	Cianuros	mg/L	<0,002
pH	u. de pH	6,8	Fenoles	mg/L	<5
Conductividad	µs/cm	950	Hierro	mg/L	1,204
Oxígeno disuelto	mg/L	1,0	Manganeso	mg/L	0,302
Sol. sedimentables	mg/L	14	Arsénico	mg/L	0,007
Solid. suspensión	mg/L	280	Plomo	mg/L	0,079
DQO	mg/L	596	Selenio	mg/L	<0,010
DBO ₅	mg/L	297	Cobre	mg/L	0,200
Amoniaco	mg/L	46,5	Zinc	mg/L	0,110
Nitratos	mg/L	<5	Níquel	mg/L	0,006
Nitrogeno Kjeldahl	mg/L	57	Cadmio	mg/L	<0,001
Fósforo total	mg/L	7,0	Mercurio	mg/L	0,051
Detergentes	mg/L	15	Cromo total	mg/L	0,012
Aceites y grasas	mg/L	109	Coliformes totales	Col/1 mL	2,0x10 ⁵
Cloruros	mg/L	114	Coliformes fecales	Col/1mL	1,0x10 ⁵
Sulfatos	mg/L	93	Dureza (CaCO ₃)	mg/L	162
Fluoruros	mg/L	0,139	-	--	--

Tipos de muestras, envases..



Ejemplo de arqueta de inspección

Rejilla soporte equipos

Escala acceso



Caudalímetros

Vertedero

La medida de los caudales

Caudalímetros portátiles automáticos



Caudalímetros de ultrasonido, velocidad-área y burbuja

Canales de aforo



Vertederos y Parshall

Curso de Operario de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales



Módulo 2: Esquema general de una EDAR.

Rafael Marín Galvín

Jefe de Control de Calidad-EMACSA

Director de la «Cátedra EMACSA»



ANEXO I

Requisitos de los vertidos de aguas residuales

Cuadro 1

Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (1)	Método de medida de referencia
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5 a 20 °C) sin nitrificación (2).	25 mg/l O ₂	70-90 40 de conformidad con el apartado 3 del artículo 5 R.D.L. (3).	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Determinación del oxígeno disuelto antes y después de cinco días de incubación a 20 °C ± 1 °C, en completa oscuridad. Aplicación de un inhibidor de la nitrificación.
Demanda química de oxígeno (DQO).	125 mg/l O ₂	75	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico.
Total de sólidos en suspensión.	35 mg/l (4) 35 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (más de 10.000 h-e) (3). 60 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (de 2.000 a 10.000 h-e) (3).	90 (4) 90 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (más de 10.000 h-e) (3). 70 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (de 2.000 a 10.000 h-e) (3).	Filtración de una muestra representativa a través de una membrana de filtración de 0,45 micras. Secado a 105 °C y pesaje. Centrifugación de una muestra representativa (durante cinco minutos como mínimo, con una aceleración media de 2.800 a 3.200 g), secado a 105 °C y pesaje.

Cuadro 2

Requisitos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizadas en zonas sensibles cuyas aguas sean eutróficas o tengan tendencia a serlo en un futuro próximo. Según la situación local, se podrá aplicar uno o los dos parámetros. Se aplicarán el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (1)	Método de medida de referencia
Fósforo total.	2 mg/l P (de 10.000 a 100.000 h-e). 1 mg/l P (más de 100.000 h-e).	80	Espectrofotometría de absorción molecular.
Nitrógeno total (2).	15 mg/l N (de 10.000 a 100.000 h-e). 10 mg/l N (más de 100.000 h-e) (3).	70-80	Espectrofotometría de absorción molecular.

TEMA	ACUERDO TRILOGOS
Tratamiento secundario (h-eq)	1.000 (2035)
Tratamiento terciario (h-eq)	>150.000 (2039) y >10.000 lista sens (2045)
Límite P (mg/L)	0,5 (>150.000) y 0,7 (10a150k)
Límite N (mg/L)	8 (>150.000) y 10 (10a150k)
Tratamiento cuaternario (h-eq)	>150.000 (2045) 10.000-150.000 lista riesgo (2045)
Eliminación microcontaminantes (%)	80%

Nueva Directiva Europea TARU-2024

CPE cuya inclusión está prevista en la nueva Directiva de Aguas Residuales en curso de aprobación en la UE

- a) Categoría 1 (sustancias que pueden tratarse con mucha facilidad):
- i) Amisulprid (n.º CAS 71675-85-9),
 - ii) Carbamazepina (n.º CAS 298-46-4),
 - iii) Citalopram (n.º 59729-33-8),
 - iv) Claritromicina (n.º CAS 81103-11-9),
 - v) Diclofenaco (n.º CAS 15307-86-5),
 - vi) Hidroclorotiazida (n.º CAS 58-93-5),
 - vii) Metoprolol (n.º CAS 37350-58-6),
 - viii) Venlafaxina (n.º CAS 93413-69-5);
- b) Categoría 2 (sustancias que pueden eliminarse con facilidad):
- i) Benzotriazol (n.º CAS 95-14-7),
 - ii) Candesartán (n.º CAS 139481-59-7),
 - iii) Irbesartán (n.º CAS 138402-11-6),
 - iv) Mezcla de 4-metilbenzotriazol (n.º CAS 29878-31-7) y 5-metil- benzotriazol (n.º CAS 136-85-6).

<i>Tipología: sustancia prioritaria, peligrosa prioritaria, otros contaminantes</i>		<i>Tipología: sustancia prioritaria, peligrosa prioritaria, otros contaminantes</i>	
Ala cloro	<i>Prioritaria</i>	Niquel y sus compuestos	<i>Prioritaria</i>
Antraceno	<i>Pelig. Priorit..</i>	Nonilfenol y 4-Nonilfenol	<i>Pelig. Priorit..</i>
Atrazina	<i>Prioritaria</i>	Octilfenoles((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol)	<i>Prioritaria</i>
Benceno	<i>Prioritaria</i>	Pentaclorobenzeno	<i>Pelig. Priorit..</i>
Difeniléteres bromados	<i>Pelig. Priorit</i>	Pentaclorofenol	<i>Prioritaria</i>
Cadmio y sus compuestos	<i>Pelig. Priorit.</i>	Benzo(a)pireno	<i>Pelig. Priorit..</i>
Tetracloruro de carbono	<i>Otros cont.</i>	Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	<i>Pelig. Priorit..</i>
Cloroalcanos (C₁₀₋₁₃)	<i>Pelig. Priorit.</i>	Benzo(g,h,i)perileno+Indeno (1,2,3-cd)pireno	<i>Pelig. Priorit..</i>
Clorfeninfos	<i>Prioritaria</i>	Simazina	<i>Prioritaria</i>
Clorpirifós	<i>Prioritaria</i>	Tetracloroetileno, Tricloroetileno	<i>Otros cont.</i>
Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin (Suma)	<i>Otros cont.</i>	Compuestos tributilestano	<i>Pelig. Priorit..</i>
DDT total	<i>Otros cont.</i>	Triclorobencenos	<i>Prioritaria</i>
p,p'-DDT	<i>Otros cont.</i>	Triclorometano	<i>Prioritaria</i>
1,2-Dicloroetano	<i>Prioritaria</i>	Trifuralina	<i>Pelig. Priorit..</i>
Diclorometano	<i>Prioritaria</i>	Dicofol	<i>Pelig. Priorit..</i>
Dietilhexil-ftalato (DEHP)	<i>Pelig. Priorit.</i>	Ác-perfluorooctanosulfónico y derivados	<i>Pelig. Priorit..</i>
Diurón	<i>Prioritaria</i>	Quinoxifeno	<i>Pelig. Priorit..</i>
Endosulfán	<i>Pelig. Priorit.</i>	Dioxinas y compuestos similares	<i>Pelig. Priorit..</i>
Fluoranteno	<i>Prioritaria</i>	Aclonifeno	<i>Prioritaria</i>
Hexaclorobenceno	<i>Pelig. Priorit.</i>	Bifenox	<i>Prioritaria</i>
Hexaclorobutadieno	<i>Pelig. Priorit.</i>	Cibutrina	<i>Prioritaria</i>
Hexaclorociclohexano	<i>Pelig. Priorit.</i>	Cipermetrina	<i>Prioritaria</i>
Isoproturón	<i>Prioritaria</i>	Diclorvós	<i>Prioritaria</i>
Plomo y sus compuestos	<i>Prioritaria</i>	Hexabromociclododecano	<i>Pelig. Priorit..</i>
Mercurio y sus compuestos	<i>Pelig. Priorit.</i>	Heptacloro y epóxido de heptacloro	<i>Pelig. Priorit..</i>
Naftaleno	<i>Prioritaria</i>	Terbutrina	<i>Prioritaria</i>

CPE Regulados en medios naturales: RD 817/2015 (NCA)

<i>Tipología: sustancia preferente</i>	<i>Tipología: sustancia preferente</i>
Etilbenceno	Cromo total
Tolueno	Selenio
Tricloroetano	Zinc
Xileno (suma 3 isómeros)	Cianuros totales
Terbutilazina	Fluoruros
Arsénico	Clorobenceno
Cobre	Diclorobenceno (suma 3 isómeros)
Cromo IV	Metolcloro

Contaminantes generales y CPE Regulados en aguas residuales: E-PRTR (RD 508/2007) (Reglamento de vertidos al medio)

Sustancias	Emisiones kg/año
Cloruros	2.000.000
Nitrógeno total, carbono orgánico total	50.000
Fósforo total	5.000
Fluoruros	2.000
Compuestos orgánicos halogenados	1.000
Benceno, etilbenceno, tolueno, xilenos	200
Zinc y compuestos	100
Cromo y compuestos, Cobre y compuestos, Compuestos organoestánicos, Cianuros	50
Níquel y compuestos, plomo y compuestos, fenoles	20
1,2-dicloroetano, diclorometano, tetracloroetileno, tricloroetileno, triclorometano, Cloruro de vinilo, óxido de etileno, naftaleno,	10
Arsénico y compuestos, Cadmio y compuestos, Hidrocarburos aromáticos policíclicos	5
Mercurio y compuestos, tributilestaño y compuestos, trifenilestaño y compuestos, Alacloro, aldrín, atrazina, clordano, clordecona, clorfenvinfós, cloroalcanos C ₁₀ -C ₁₃ , Clorpirifós, DDT, dieldrín, diurón, endosulfán, endrín, heptacloro, hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, hexaclorocidohexano, lindano, mirex, pentaclorobenceno, Pentaclorofenol, simazina, isoproturón, trifuralina, Tetraclorometano, triclorobencenos, toxafeno, antraceno, bromodifeniléteres, Nonilfenoles, ftalato de bis (2-etilhexilo), octilfenoles, fluoranteno, isodrín, Benzo(g,h,i)perileno, Amianto	1
Hexabromobifenilo, policlorobifenilos	0,1
Dioxinas+furanos	0,0001
DQO, o-p´DDT, p-p´DDD, p-p´DDE, p-p´DD, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Indeno(1,2,3)pireno, Triclorobencenos (3 isótopos), xileno (3 isótopos), Penta-BDE, Octa-BDE, Deca-BDE	Sin nivel definido

Actividad	Compuestos	Lista de observación
Antibiótica	Amoxicilina y Ciprofloxacina	2018
	Macrólidos (Azitromicina, Claritromicina y Eritromicina)	2015 y 2018
	Sulfametoxazol y Trimetoprim	2020
Antimicóticos	Clotrimazol, Fluconazol y Miconazol	2020
Fármacos	Diclofenaco	2015
	Venlafaxina y O-desmetilvenlafaxina	2020
Hormonas	Estrógenos (17- α -Ethinilestradiol (EE2), 17- β -Estradiol (E2) y Estrona (E1))	2015 y 2018

Actividad	Compuestos	Lista observación
Antimicóticos	Imazolilo, Ipconazol, Metconazol, Penconazol, Procloraz, Tebuconazol, Tetraconazol, Dimoxistrobin, Azoxistrobin, Famoxadona	2022
Plaguicidas	Diflufenicán, Fipronil,	2022
Protectores solares	Butil-metoxidibenzoilmetano, octocrileno, benzofenona	2022
Antibiótico	Clindamicina, Ofloxacina, Metformina, Guanilurea	2022

Listas de observación compuestos preocupación emergente



Las EDAR municipales tienen tres líneas: agua, fango y gases (en el caso de la digestión anaerobia). Una línea adicional es la de agua regenerada.

PRETRATAMIENTO, mediante el cual se eliminan las materias groseras, que debido a su naturaleza o tamaño pueden originar problemas en los tratamientos posteriores. Tal es el caso de las materias flotantes, arenas, grasas, etc.

Las operaciones que comprende generalmente son: desbaste, desarenado y desengrasado, aunque en algunos casos también se pueden incluir preaireación, tamizado, predecantación, etc.

Estaciones de Depuración de aguas residuales: EDAR, línea de agua

-Obra de llegada aguas a EDAR



Retirada sólidos gruesos

-Elevación aguas a proceso de tratamiento en EDAR



Bomba centrífuga horizontal



Tornillos de Arquímedes

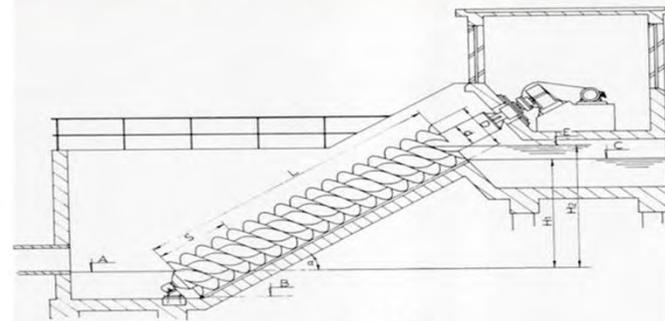


Fig. 4.67

- A = Máxima cota de llenado en depósito de entrada.
- B = Cota de solera del depósito de entrada.
- C = Cota de nivel del vertedero superior.
- E = Máximo nivel de descarga.
- a = Ángulo de elevación.
- D = Diámetro del tornillo.
- d = Diámetro del tubo soporte.
- L = Longitud de las hojas del tornillo.
- S = Paso de la hélice.
- H₁ = Altura del vertedero.
- H₂ = Máxima elevación.

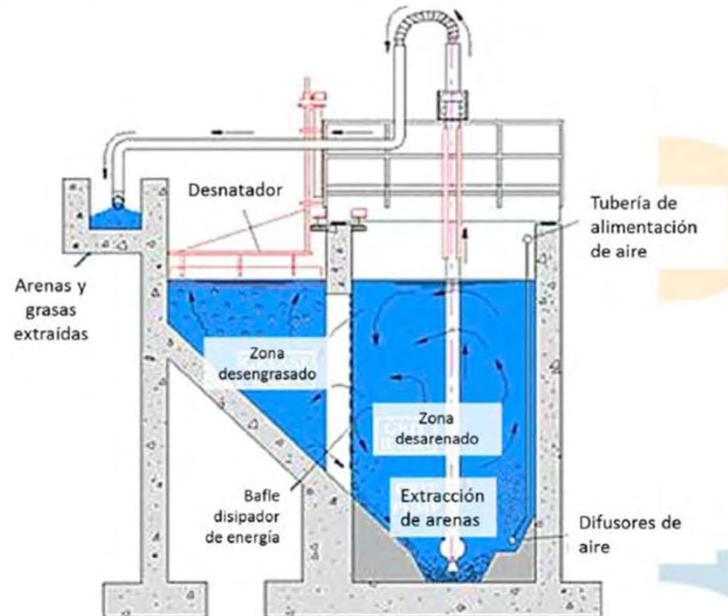
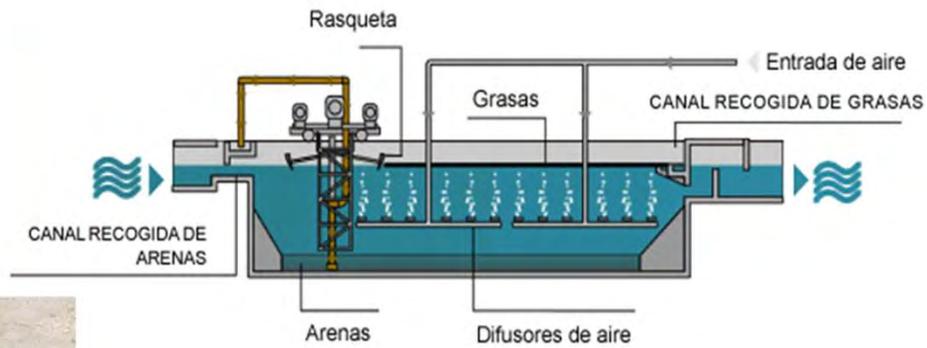
-Pretratamiento: tamizado de gruesos



-Pretratamiento: tamizado de finos



-Pretratamiento: desarenado-desengrasado



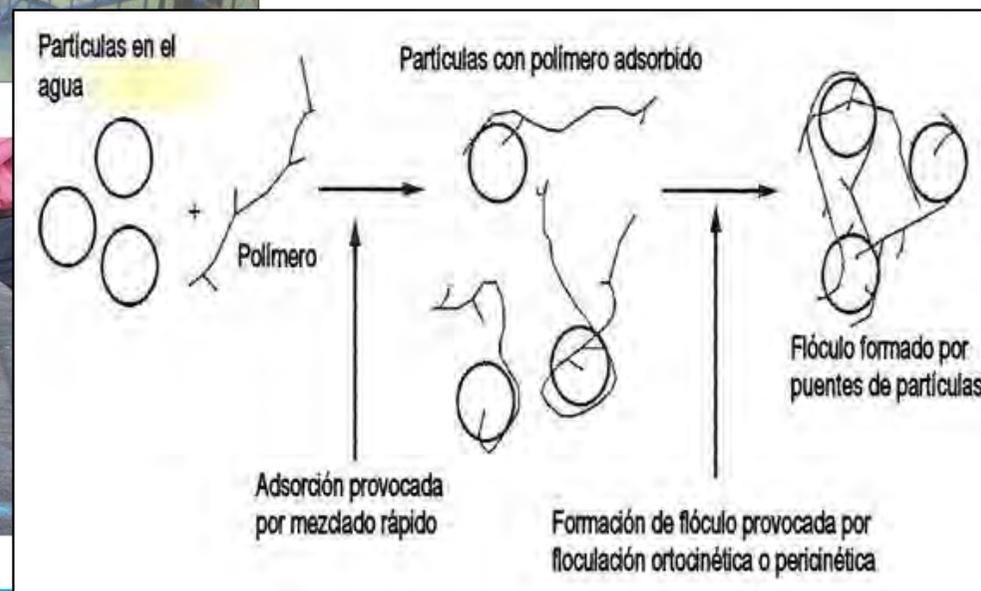
TRATAMIENTO PRIMARIO, destinado fundamentalmente a la eliminación de la materia en suspensión, siendo poco efectivo en la eliminación de la materia orgánica, aunque reduce parte de la DBO "suspendida".

Dentro de este proceso unitario se puede incluir la decantación primaria, flotación y los procesos físico-químicos, permitiendo estos últimos un incremento en la reducción de la M.S. y DBO₅.

-Tratamiento primario: decantación



Diferentes detalles de decantadores primarios



TRATAMIENTO SECUNDARIO, por el que se elimina gran parte de la contaminación orgánica. Se trata principalmente de los procesos de tipo biológico, entre los que cabe distinguir:

- Fangos activos.
- Lechos bacterianos/filtros biológicos sumergidos.
- Biodiscos.
- Estanques de estabilización.
- Lagunas aireadas.
- Etc.

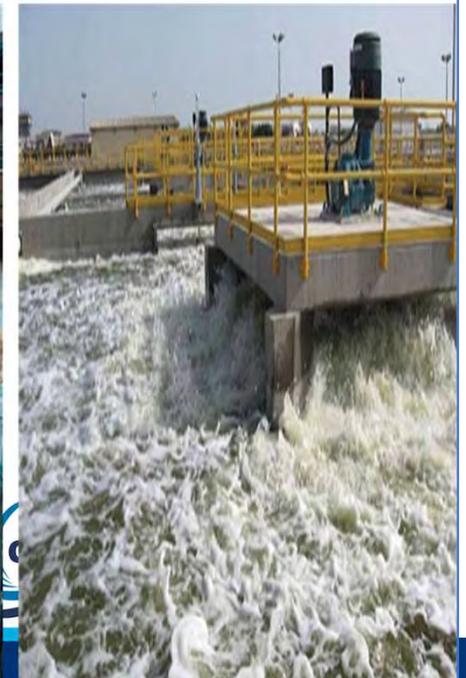
Después de esta operación, el efluente pasará por una etapa de clarificación para eliminar los flóculos biológicos que se ha producido (fangos en exceso).

**-Tratamiento biológico:
aireación por difusores**

Balsa de aireación



**-Tratamiento biológico:
aireación por turbinado**

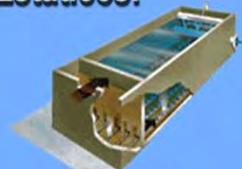


-Tratamiento biológico: decantación secundaria



Tipos de Decantadores

Estáticos:



Rectangular

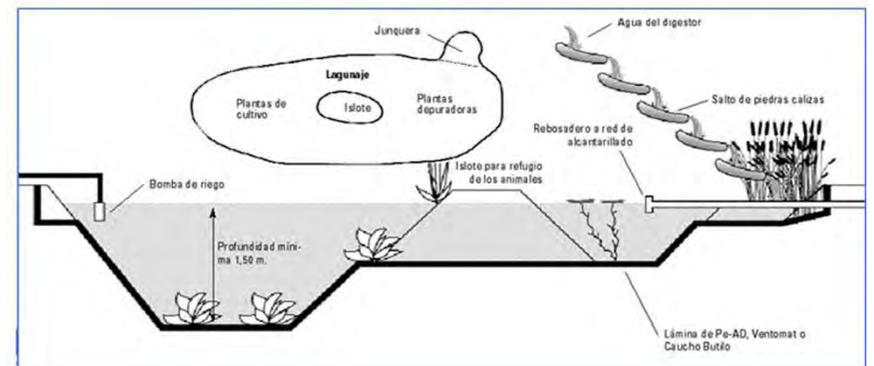
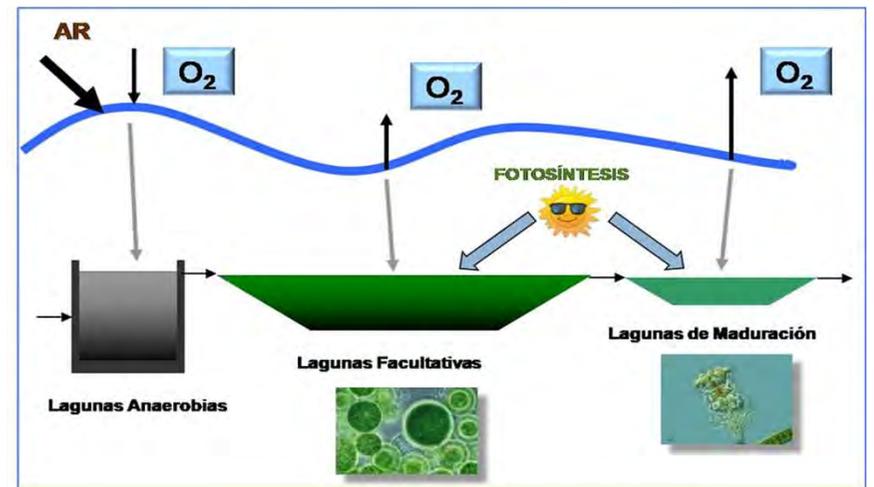


Circular

Dinámicos:



Laminar

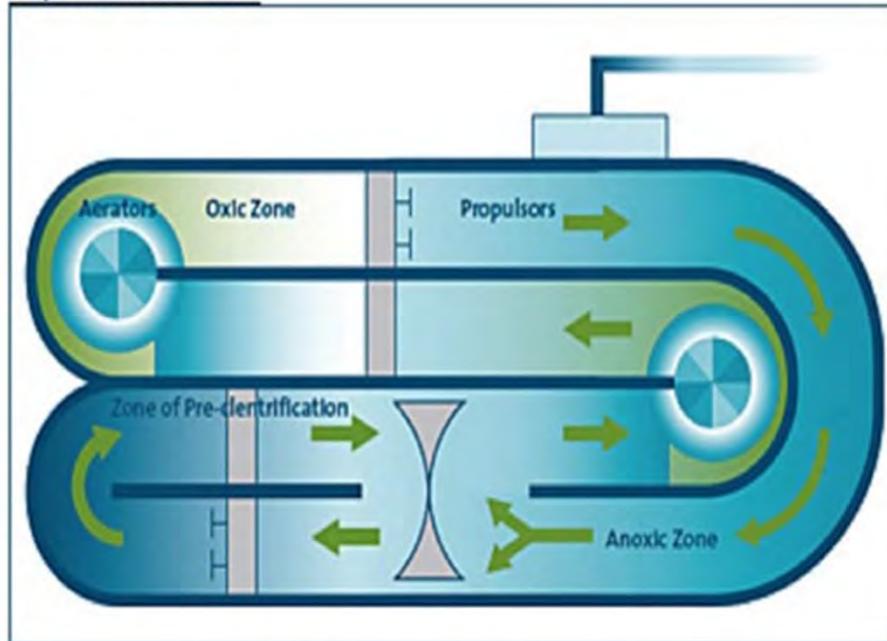


TRATAMIENTO Terciario, permite obtener mejores rendimientos en la eliminación de la DBO_5 y M.E.S. así como reducir otros contaminantes como nutrientes y metales, etc.

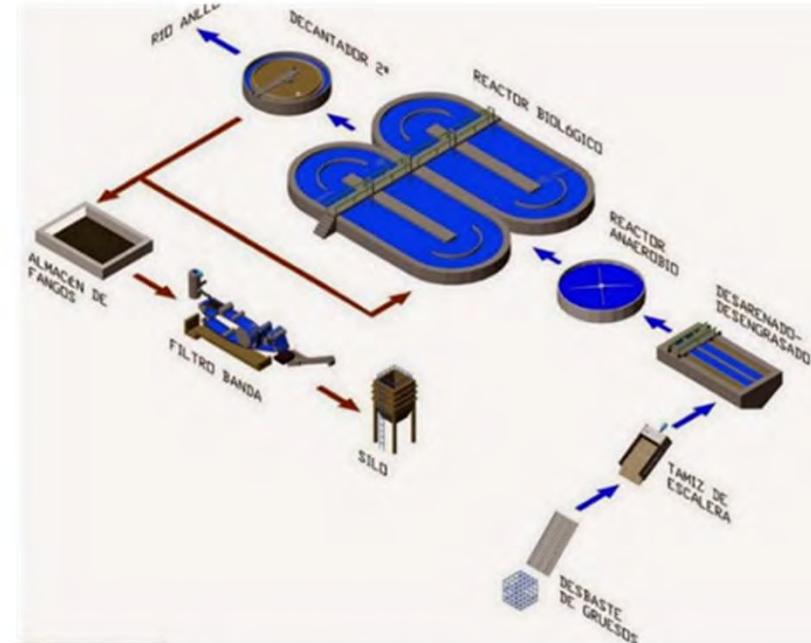
Se emplea por tanto cuando se han definido objetivos en los cauces receptores que exigen una excelente calidad del agua, para evitar problemas de eutrofización o simplemente hacer frente a cargas excepcionales tanto en lo que se refiere a su cantidad (vertidos estacionales) como en la tipología (vertidos industriales).

Sistemas para eliminación biológica de nitrógeno y de fósforo.

Esquema de Carrusel



Esquema de instalación para eliminación biológica de nitrógeno



Esquema de instalación para eliminación biológica de fósforo

Todas estas fases de tratamiento y eliminación de los fangos implican una serie de etapas, como son:

- ESPESAMIENTO
- ESTABILIZACIÓN
- ACONDICIONAMIENTO
- DESHIDRATACIÓN
- EVACUACIÓN FINAL

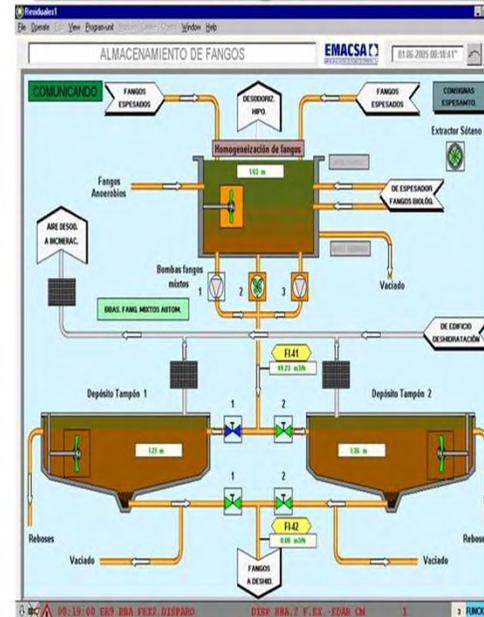
-Línea de fangos: espesamiento



*Espesamiento fangos primarios:
Acumulación fangos en fondo
Sequedad fango 3-4%*

*Espesamiento fangos secundarios:
Acumulación de fangos en superficie
Sequedad fango 3-4%*

-Línea de fangos: deshidratación (20-30% sequedad)

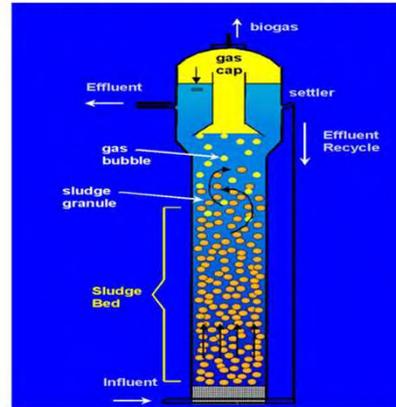


*Aprovechamiento agrícola
Compostaje con RSU:
RD 1310/1990
Orden AAA 1072/2013*

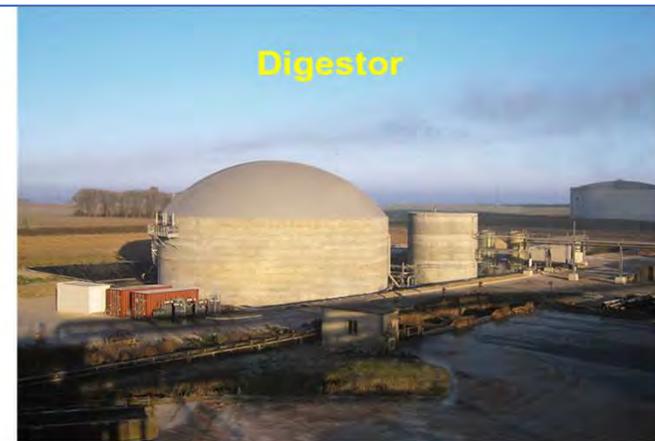
La digestión aerobia es un proceso biológico en el que se obtiene la oxidación de las materias biodegradables contenidas en los fangos así como de la masa celular. En efecto, se basa en el principio de que cuando no existe alimento externo disponible, los microorganismos metabolizan su propia masa celular, fenómeno que se conoce como "respiración endógena".

En el proceso de digestión anaerobia, la materia orgánica, es convertida en metano y dióxido de carbono en dos etapas. En la primera, las bacterias formadoras de ácidos transforman las proteínas, carbohidratos y grasas en diferentes ácidos grasos. En la segunda etapa las bacterias metánicas forman ácidos orgánicos y convierte éstos, principalmente, en dióxido de carbono y metano.

-Línea de fangos: digestión



*Medio anaerobio
35°-37°C
Eliminación $SO_4^{=}$
Balance N-P
Ajuste pH $\approx 7,5$*



Digestor



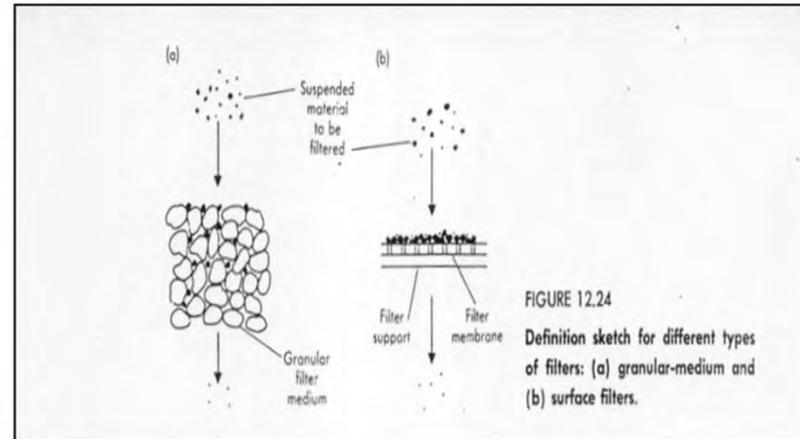
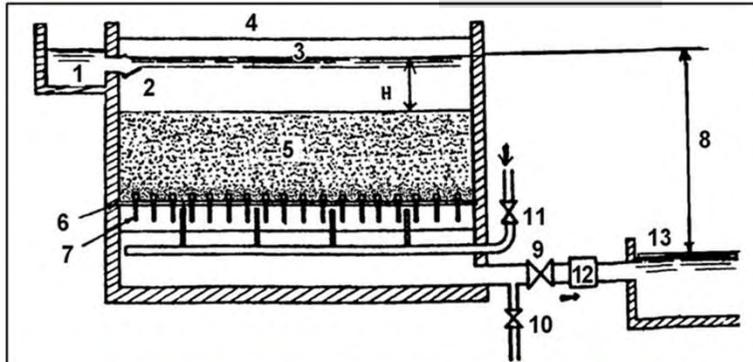
Motores cogeneración



Decantación final

Reutilización de aguas

-Filtración -Adsorción



-Desinfección



Cloración: Hipoclorito o Cloro gas

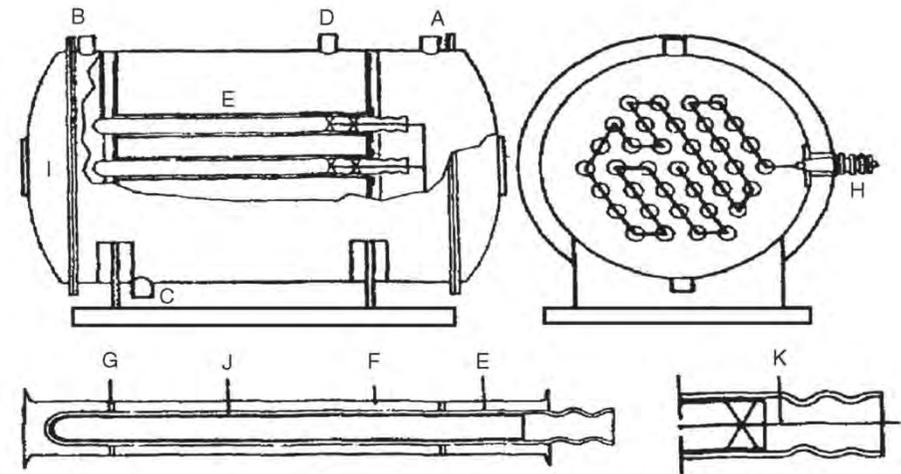
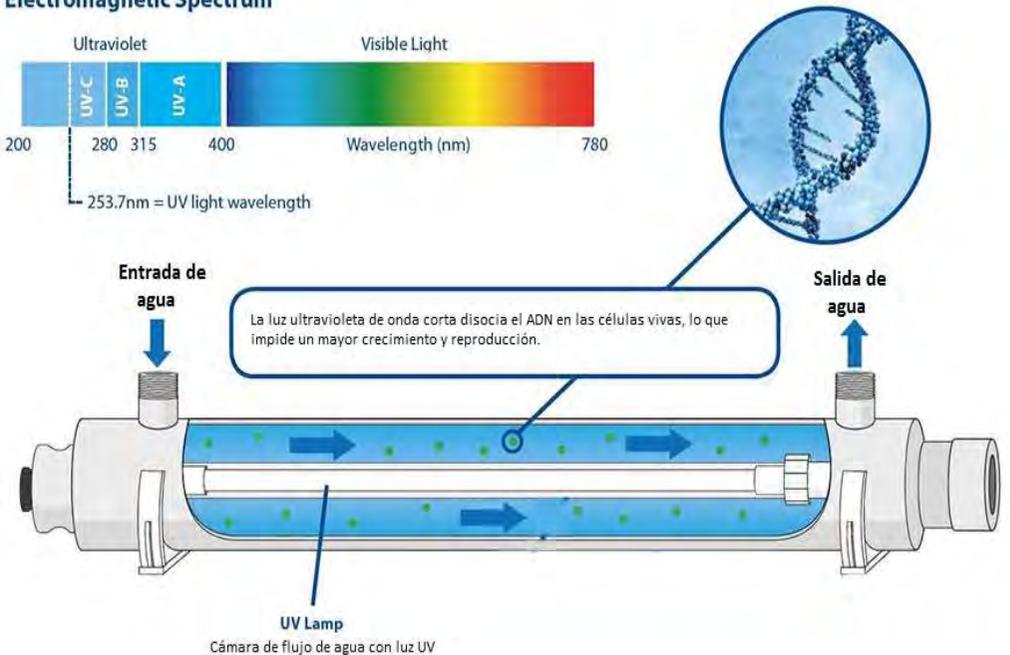
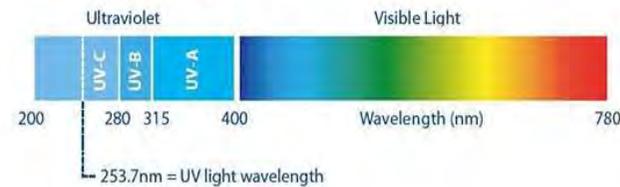


FIGURA 4.19. Ozonizador industrial: A) entrada de aire; B) salida de aire ozonizado; C) entrada de agua refrigeración; D) salida de agua refrigeración; E) tubo dieléctrico; F) zona de producción de ozono; G) soporte del tubo; H) toma de corriente; I) mirilla; J) recubrimiento metálico; K) cable de contacto eléctrico.

Electromagnetic Spectrum



Tratamiento cuaternario, nueva Directiva TARU

Ultra y nanofiltración



Ósmosis inversa

Electrodiálisis



Las aguas sin ningún tipo de tratamiento representan el 0,05% en volumen y el 0,003% en h.e.

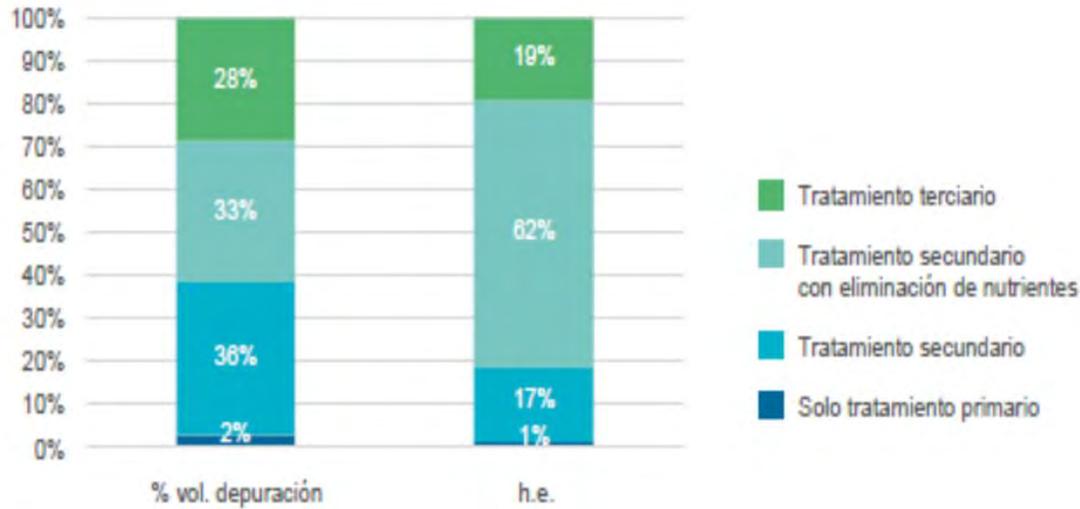


Figura 5.3. Tipo de tratamiento más exigente recibido por las aguas residuales (% de volumen depurado y % de habitantes equivalentes)

Algunos datos de Interés:
1.-Depuración en España

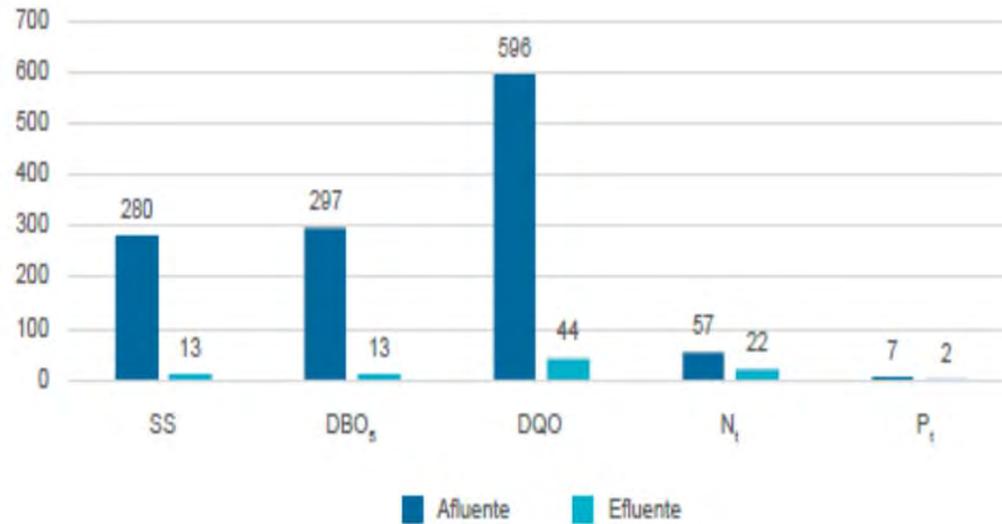


Figura 5.10. Características medias del afluente y efluente (mg/L)

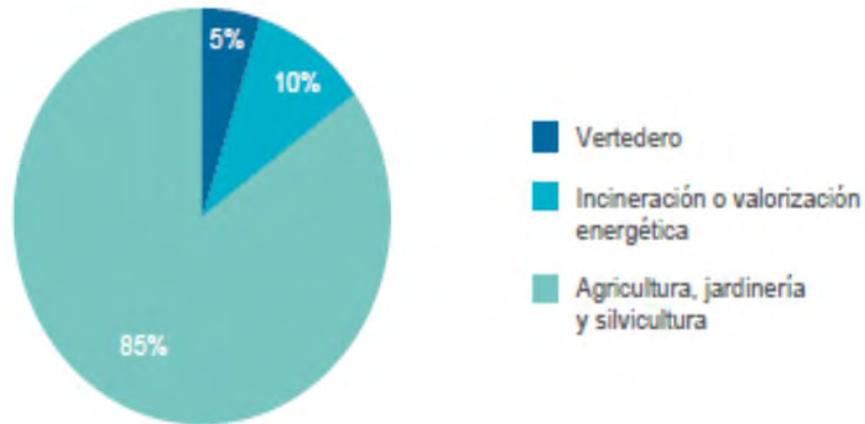


Figura 5.22. Destino de los lodos (% del total)

Algunos datos de Interés:
2.-Lodos de depuración

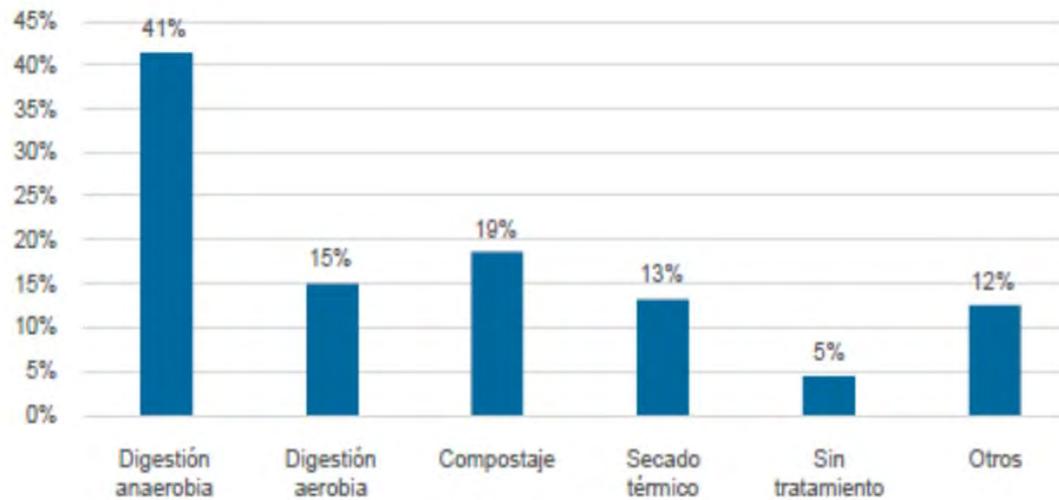
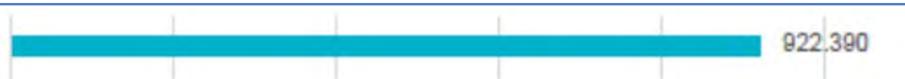


Figura 5.23. Tratamiento que reciben los lodos (% del total de lodos producidos)



Con respecto a la cogeneración se puede comprobar que el porcentaje de operadores que la realizan ha subido del 71% en 2018 al 91% en 2020.

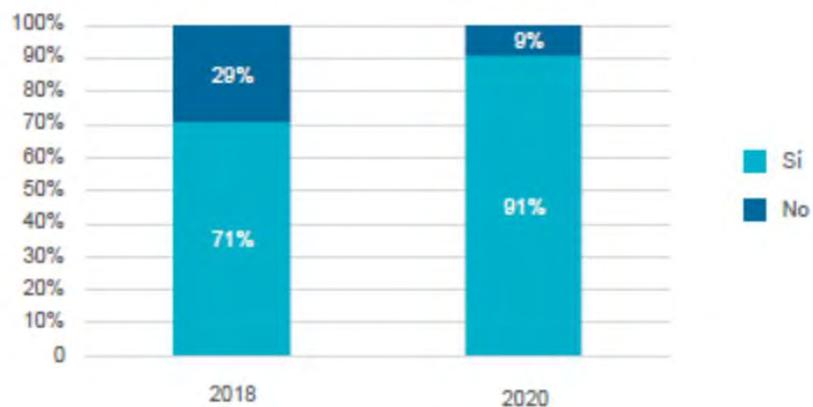


Figura 5.29. Operadores que realizan cogeneración (% de población)



Figura 5.30. Autoconsumo eléctrico medio (% de autoabastecimiento eléctrico)

3.-Cogeneración

En cuanto al volumen de biogás producido en las EDAR, se contabilizan 171.628.000 Nm³ producidos en 2020.

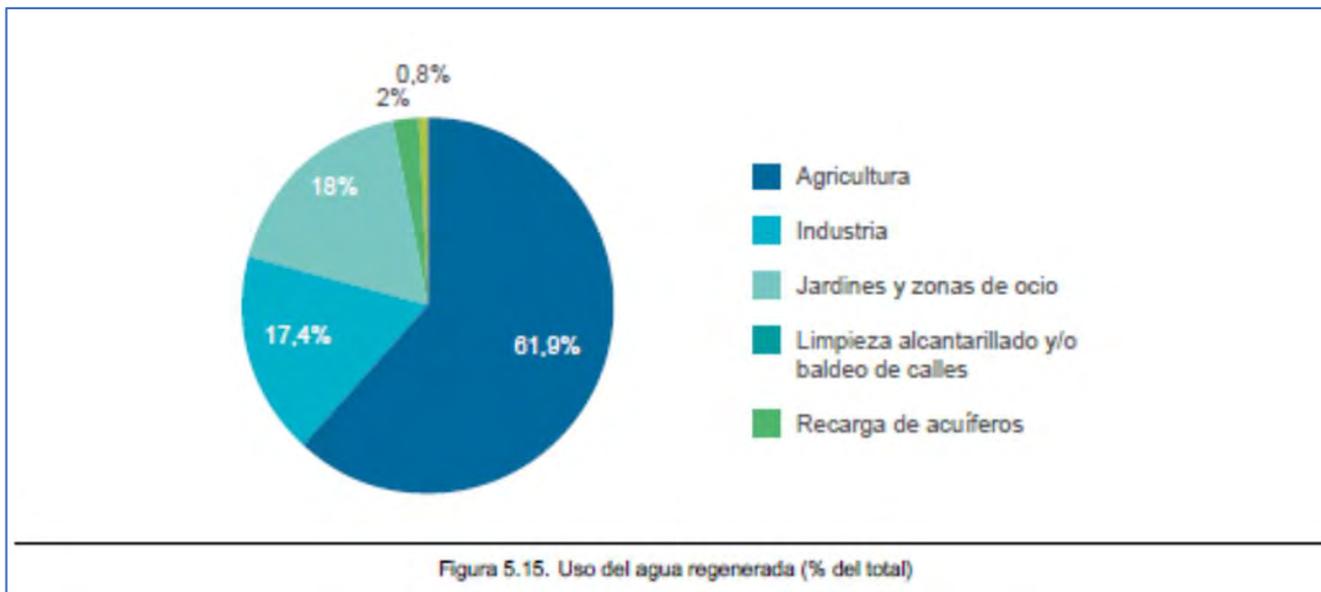
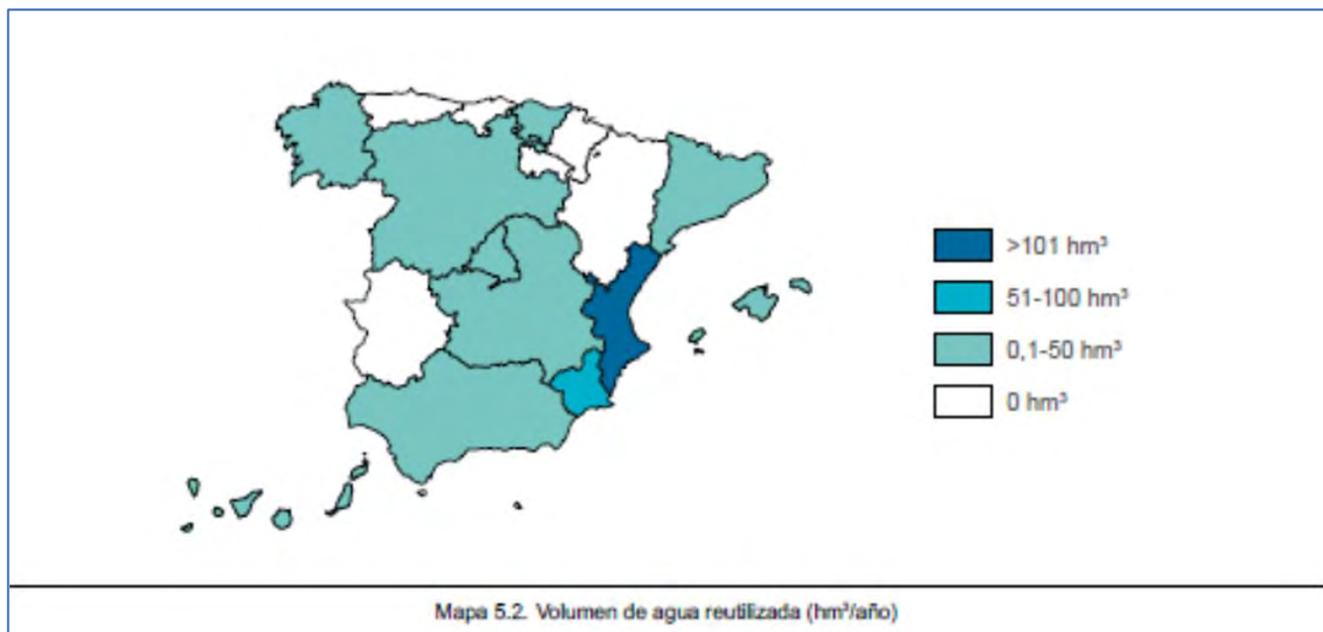


Figura 5.15. Uso del agua regenerada (% del total)



Mapa 5.2. Volumen de agua reutilizada (hm³/año)

4.-Reutilización de aguas regeneradas

El total de agua reutilizada en 2020 ha sido de 343 hm³, si tenemos en cuenta que en 2016 la cifra fue de 268 hm³ y en 2018 de 289 hm³, en términos generales, la producción de agua regenerada para reutilización directa sigue una tendencia ascendente estable.

Curso de Operario de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales



Módulo 3: La red de saneamiento.

Rafael Marín Galvín

Jefe de Control de Calidad-EMACSA

Director de la «Cátedra EMACSA»



➤ CICLO INTEGRAL (URBANO) DEL AGUA

1. Recogida de los efluentes residuales líquidos generados por una población (a través de desagües domésticos e industriales) o *agua residual urbana*,
2. Vehiculación o conducción hidráulica de estos efluentes hacia los sistemas de depuración de aguas existentes en la población,
3. Depuración de estas aguas residuales en las EDAR,
4. Vertido de las aguas depuradas a cauce público, o incluso reutilización total o parcial de aguas depuradas, siempre de acuerdo a las normativas aplicables del sector de obligado cumplimiento.

RECOGIDA DE EFLUENTES
Y VEHICULACIÓN A EDAR,

constituye el

SANEAMIENTO



¿Tipos de Redes de Saneamiento?

Como norma general se habla de dos tipos de redes de saneamiento, **las unitarias y las separativas**.

- Se habla de **red unitaria** cuando tanto las aguas pluviales, como las aguas residuales son conducidas por un mismo sistema de colectores.
- Se habla de **red separativa** cuando las aguas residuales y pluviales discurren por conducciones distintas.

Una red separativa permite que el volumen diario a tratar en una EDAR sea menor y por lo tanto también lo será el tamaño de la instalación, reduciendo costes durante el periodo de obra y explotación.

Inconvenientes de las redes separativas

Sin embargo las redes separativas implican una serie de inconvenientes como son:

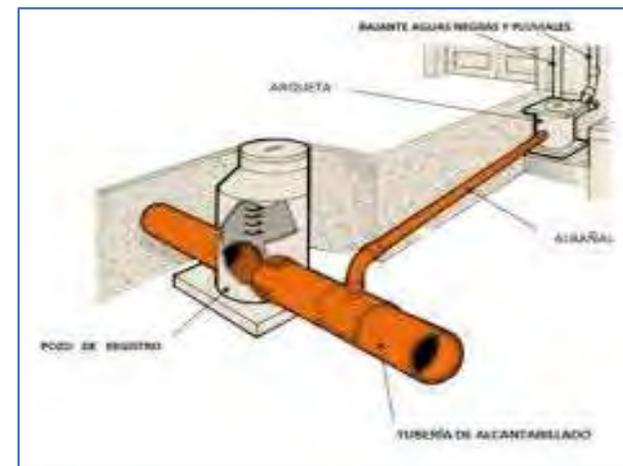
- Se debe imponer un estricto sistema de vertidos, ya que ante enganches de aguas residuales a la red de pluviales, estas aguas residuales se verterían a cauce sin tratamiento alguno.
- Es económicamente más caro.

Implica duplicidad de infraestructuras.

Los componentes principales de una red de alcantarillado, descritos en el sentido de circulación del agua, son:

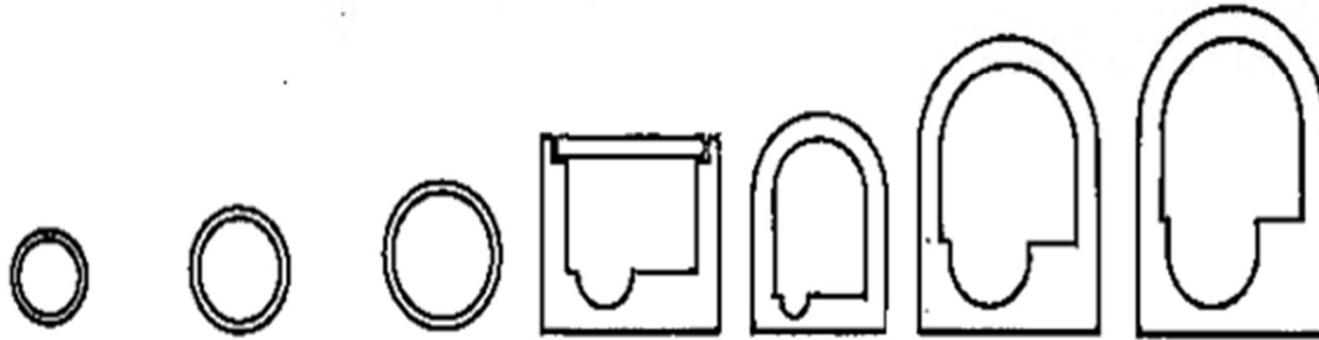
- **Las acometidas**, que son el conjunto de elementos que permiten incorporar a la red las aguas vertidas por un edificio. A su vez se componen usualmente de:
 - una arqueta de arranque, situada ya en el interior de la propiedad particular, y que separa la red de saneamiento privada del alcantarillado público;
 - un albañal, conducción enterrada entre esa arqueta de arranque y la red de la calle; y
 - un entronque, entre el albañal y la red de la vía, constituido por una arqueta, pozo u otra solución técnica.
- **Las alcantarillas** (en ocasiones también llamadas «colectores terciarios»), conductos enterrados en las vías públicas, de pequeña sección, que transportan el caudal de acometidas e imbornales hasta un colector.
- **Los colectores** (o «colectores secundarios»), que son las tuberías de mayor sección, frecuentemente visitables, que recogen las aguas de las alcantarillas las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterrados, en las vías públicas.
- **Los colectores principales**, que son los mayores colectores de la población y reúnen grandes caudales, hasta aportarlos a su destino final.
- **Los aliviaderos de tormentas**, que son depósitos donde se retiene el agua procedente de los colectores cuando esta es muy caudalosa por efecto de la lluvia, para evitar inundaciones.

Los emisarios interceptores o simplemente interceptores, que son conducciones que transportan las aguas reunidas por los colectores hasta la depuradora o su vertido al medio natural, tras ser su caudal ya regulado por el aliviadero.

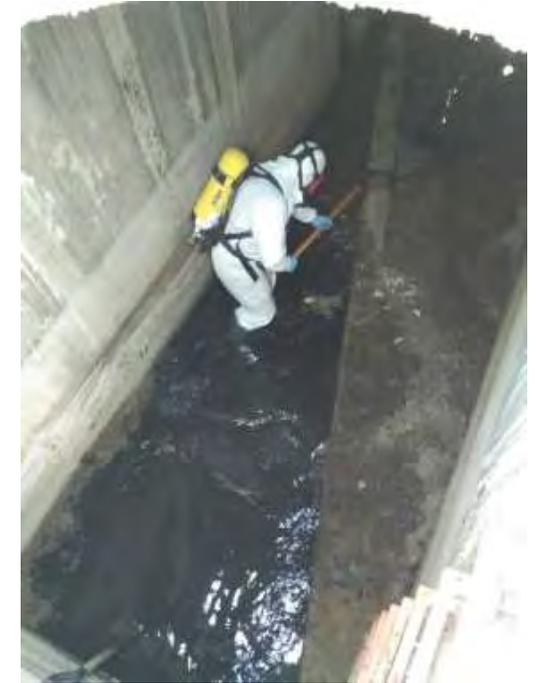


DIFERENTES TIPOS DE COLECTORES DE LA RED DE SANEAMIENTO

Diferentes secciones de colectores y emisarios de gran tamaño para vehiculación de grandes caudales



Colectores circulares de diámetro:
1.000 mm, 1.200 mm, 1.600 mm

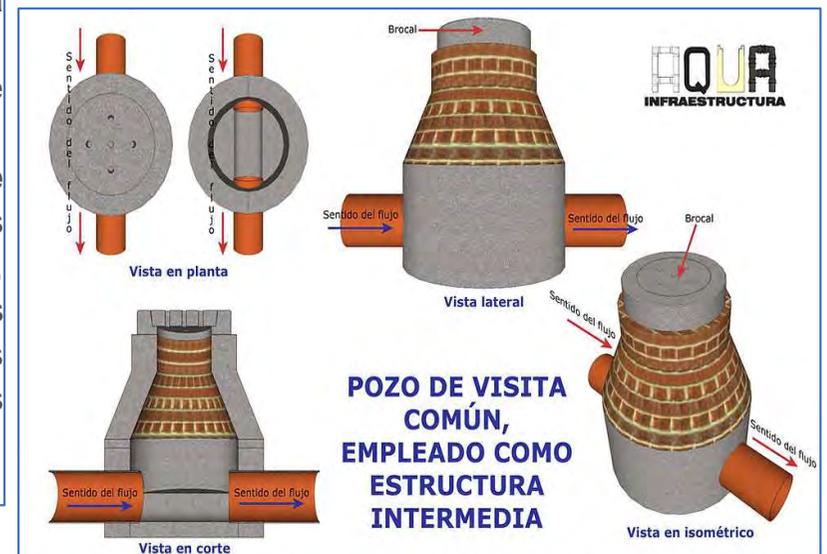


Otros elementos complementarios

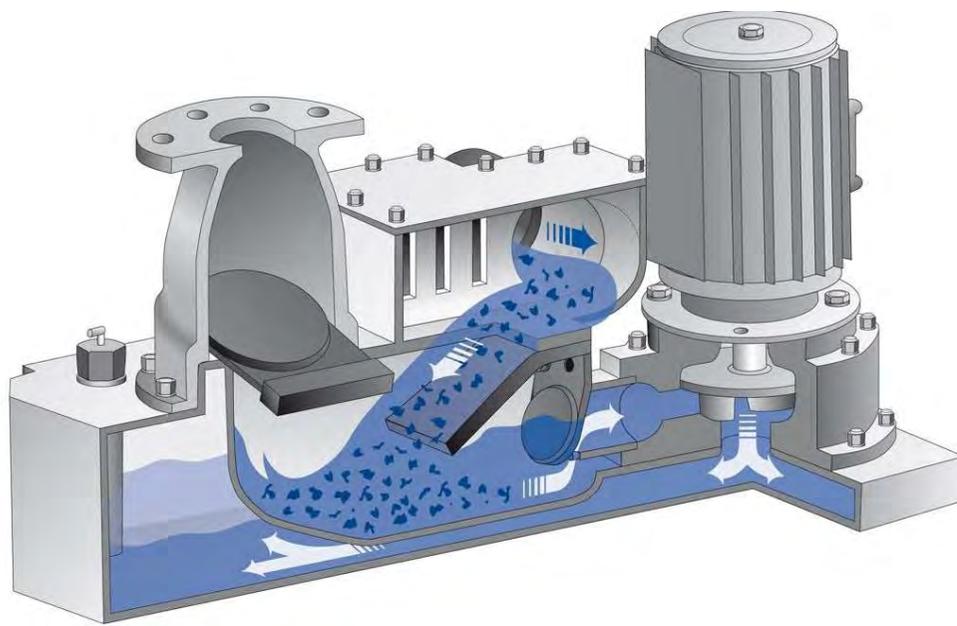
- **Las cunetas, rigolas y caces**, que recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.
- **Los imbornales, tragantes o sumideros**, que son las estructuras destinadas a recolectar el agua pluvial y de baldeo del viario.
- **Los pozos de inspección**, que son cámaras verticales que permiten el acceso a las alcantarillas y colectores, para facilitar su mantenimiento.

Y en un cierto número de ocasiones son necesarias otras estructuras más importantes:

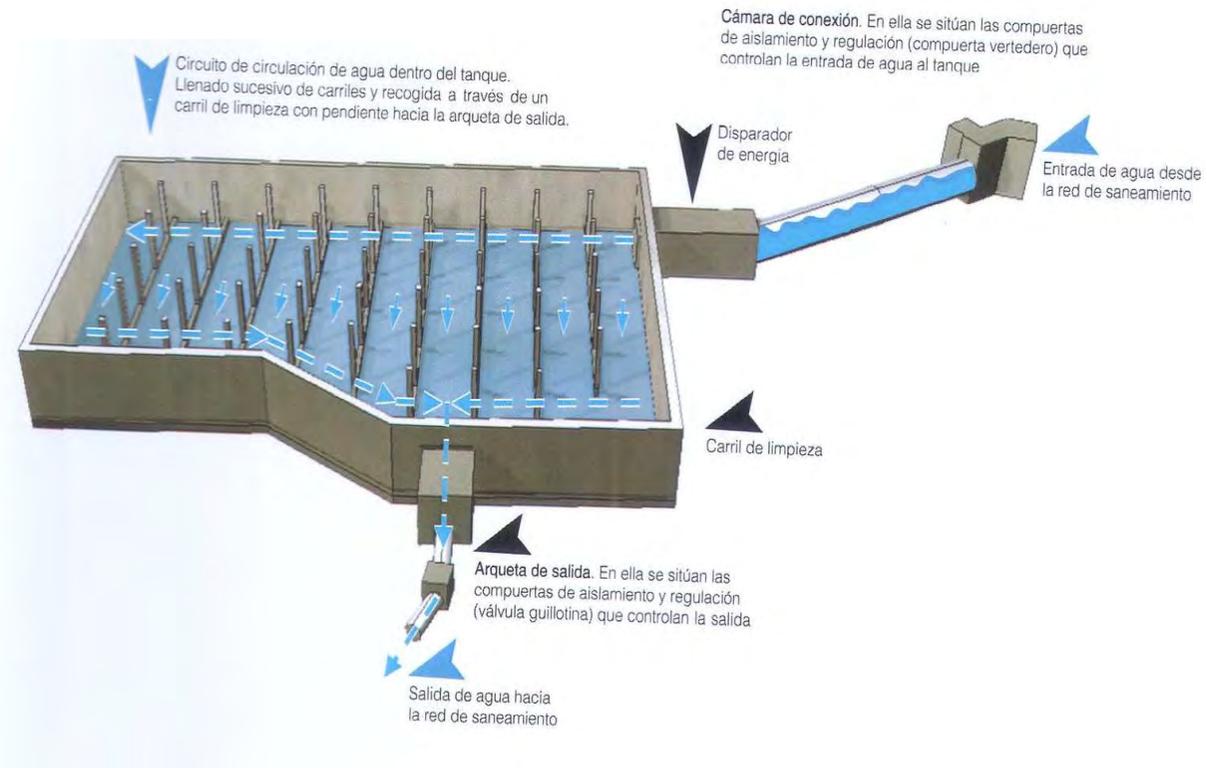
- **Estaciones de bombeo:** Como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.
- **Líneas de impulsión:** Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.
- **Depósitos de retención o también pozos o tanques de retención o de tormentas:** Estructuras de almacenamiento que se utilizan en ciertos casos donde es necesario laminar las avenidas producidas por grandes tormentas, allí donde no son raras (depósitos, tanques o pozos de laminación, o arcas de expansión); y donde es necesario retener un cierto volumen inicial de las lluvias para reducir la contaminación del medio receptor (depósitos, tanques o pozos de tormentas).



Elevación de aguas en red de saneamiento



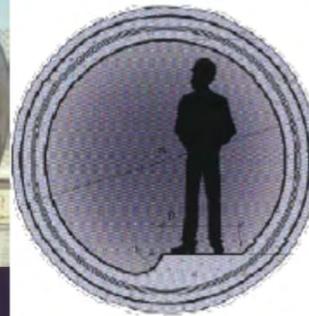
Tanques de tormenta:
RD 1290/2012
RD 665/2023



Hormigón (sección circular)	<p>en masa</p> <p>armado sin camisa de chapa</p> <p>armado con camisa de chapa</p> <p>pretensado sin camisa de chapa</p> <p>pretensado con camisa de chapa</p> <p><i>con armadura difusa</i></p>
Hormigón (sección ovoide)	<p>en masa</p> <p>armado sin camisa de chapa</p>
Metálicos	<p>fundición dúctil</p> <p>acero</p> <p><i>fundición gris</i></p> <p><i>acero inoxidable</i></p> <p><i>palastro</i></p> <p><i>corrugadas</i></p> <p><i>plomo</i></p> <p><i>cobre</i></p>
Gres	
Fibro cemento	
Plásticos	<p>policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) pared lisa</p> <p>PVC-U, PE ó PP estructurado</p> <p>policloruro de vinilo orientado molecularmente (PVC-O)</p> <p>polietileno (PE) pared lisa</p> <p>poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)</p> <p><i>policloruro de vinilo clorado (PVC-C)</i></p> <p><i>policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) ranuradas</i></p> <p><i>polibutileno (PB)</i></p> <p><i>polipropileno (PP)</i></p> <p><i>polietileno reticulado (PE-X)</i></p> <p><i>multicapa (PE-Al-PE)</i></p>



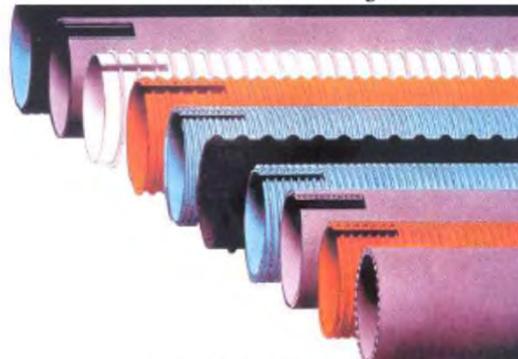
Tubos de fundición



Tubos de hormigón



Tubos de gres



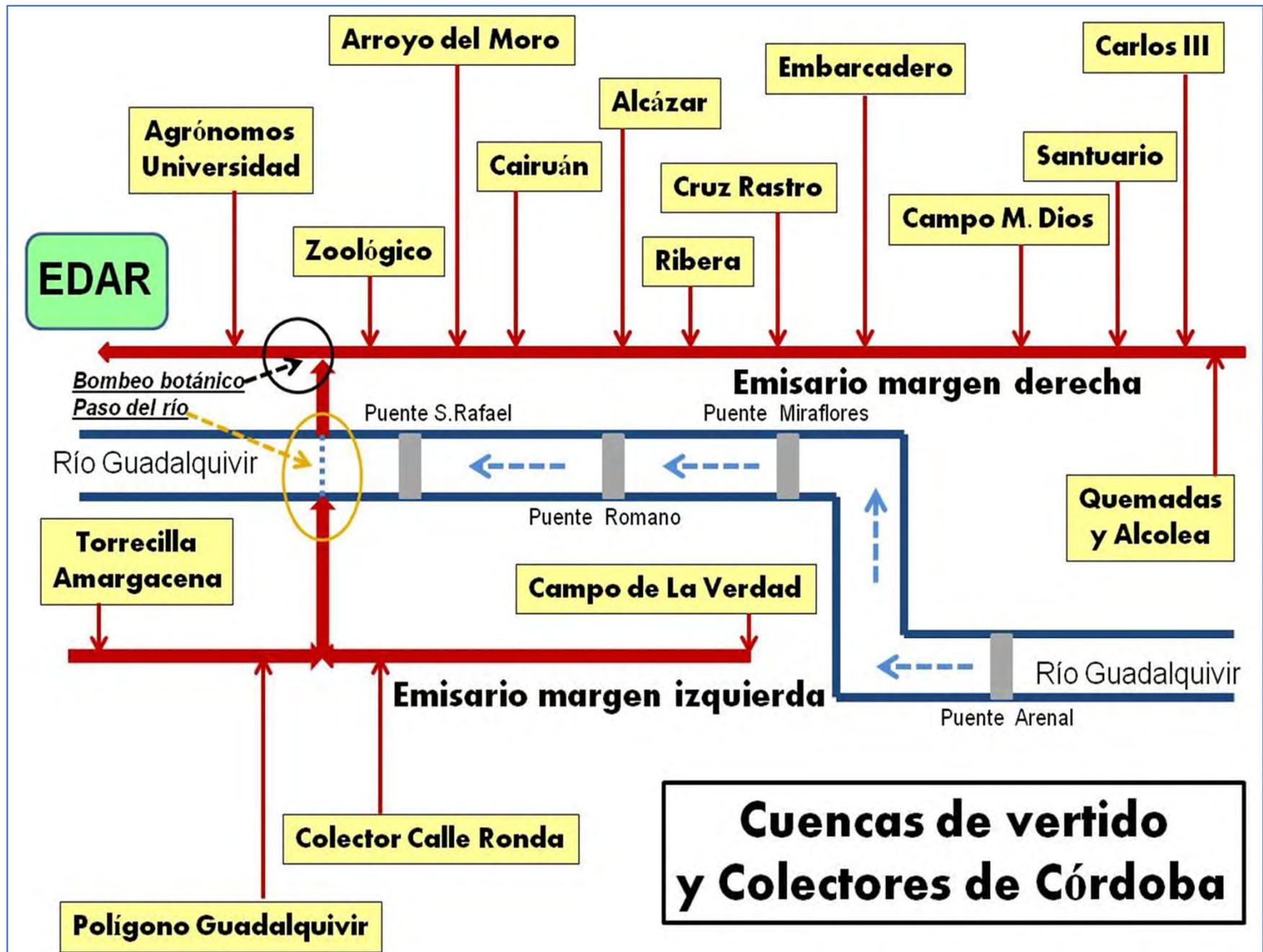
Tubos de materiales plásticos

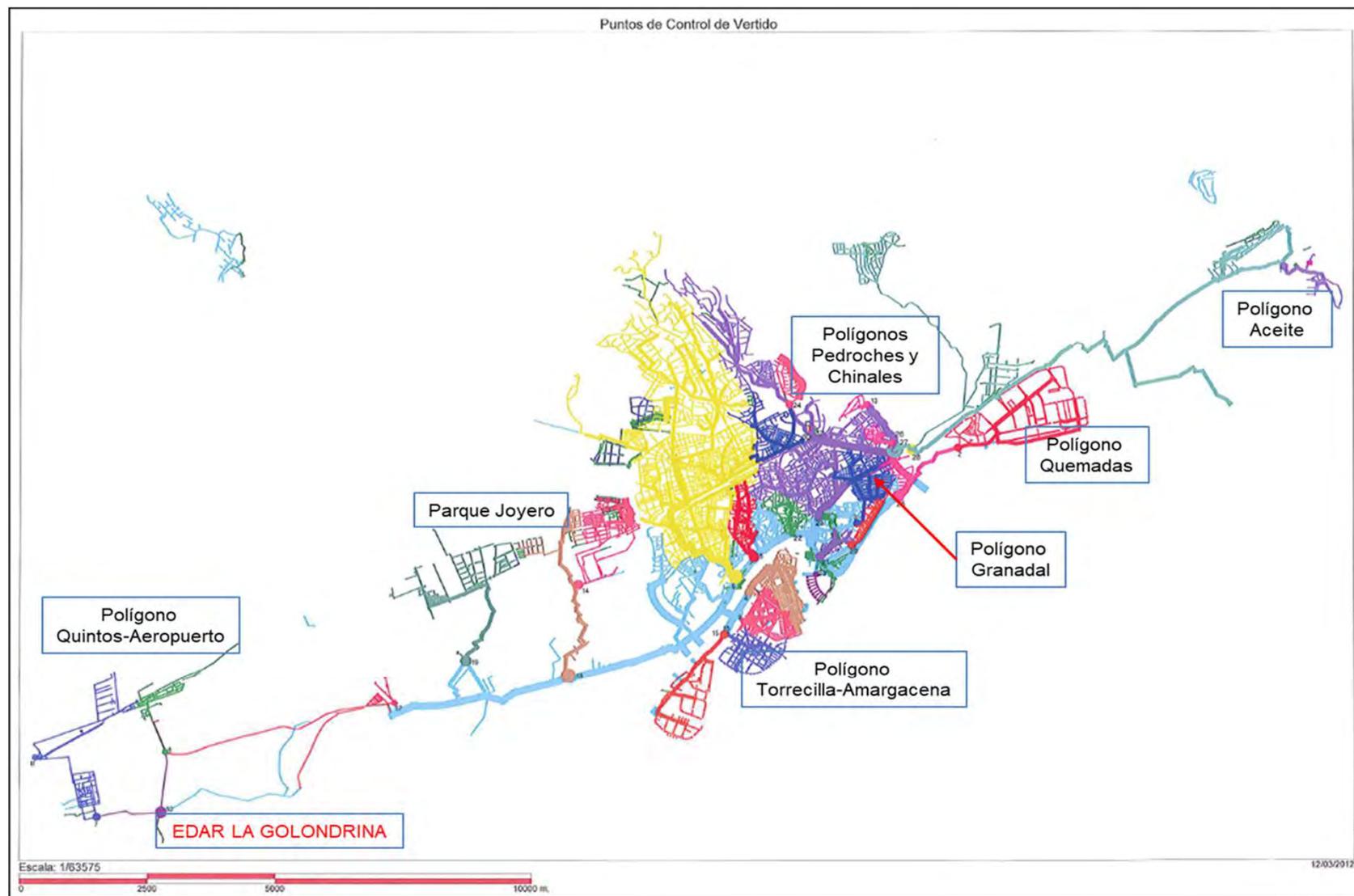
Tipologías de conducciones empleadas en redes de saneamiento

Equipamiento de seguridad



- Equipos de dos personas preferentemente.
- Cuidado con el acceso a *espacios confinados*.
- Guantes de protección de cuero y de látex.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- Casco.
- Mascarilla de protección buco-dental y gafas de seguridad.
- Trajes especiales ante riesgos químicos y/o biológicos
- Equipos de medición de gases (SH₂, CO₂, ignición.)
- Sistemas de comunicación (walkie-talkie), móvil.
- Conos de señalización viaria.
- Vehículo equipado con gira-faros.
- Chaleco reflectante.
- Arnés, cuerda y equipos de respiración autónoma.
- Chalecos salvavidas (para muestreos en cauces, lagos o mar).
- Adiestramiento del personal en PRL y cumplimiento de normas establecidas.*



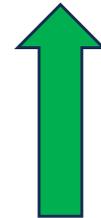


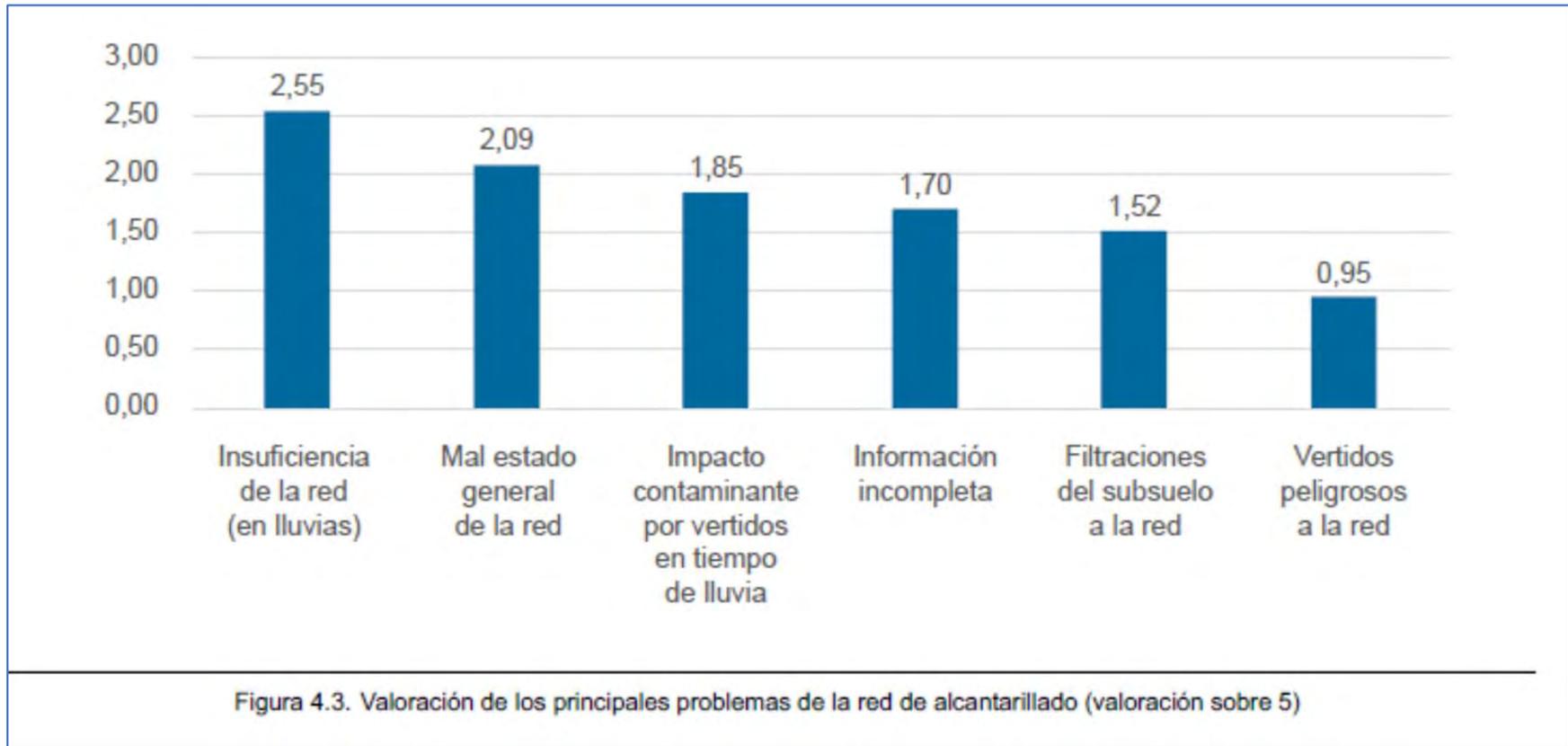
Esquema de la red de saneamiento de Córdoba. Ubicación de Polígonos industriales y de las diferentes cuencas de vertido denotadas por colores.

Los vertidos de aguas residuales hacia la red de saneamiento presentan una serie de potenciales problemas asociados:

- Afección física sobre colectores, por compuestos químicos del agua residual o bien generados en el interior de los colectores.
- Obstrucciones en colectores debido a los sólidos gruesos presentes, o generados en los propios colectores.
- Presencia de sustancias nocivas para los materiales de las EDAR y redes saneamiento: gases como H₂S y otros ácidos, compuestos alcalinos o sustancias corrosivas.
- Presencia de tóxicos para el proceso en las EDAR con afección sobre microfauna en depuradoras biológicas.
- Incidencias negativas sobre personas en trabajos de mantenimiento y otros por gases nocivos o inflamables, ambientes insalubres, o presencia de microorganismos patógenos.
- Incumplimientos en materia medioambiental de las aguas depuradas o de los subproductos de depuración.







ORDENANZAS Y REGLAMENTOS DE VERTIDOS

❑ *La competencia del saneamiento es municipal (LBRL)*

- 1.-Regulación de Vertidos Industriales a Saneamientos**
- 2.-Regulación Autorizaciones Vertidos**
- 3.-Regulación controles e inspecciones sobre vertidos industriales**
- 4.-Obligaciones de los vertedores**
- 5.-Limitación de contaminantes y caudales admisibles**
- 6.-Aspectos fiscales (en algunos casos, desarrollados en Ordenanzas Fiscales aparte)**
- 7.-Exigencia en su caso de pre-depuración antes del vertido a red**
- 8.-Actuaciones ante incumplimientos normas vertidos**
- 9.-Sanciones**



MUCHAS GRACIAS



+ INFORMACIÓN
info@aeopas.org
955 40 85 06



Asociación Española de Operadores
Públicos de Abastecimiento y Saneamiento