

5. CONDICIONES PARA LA DISPOSICION DE AGUAS RESIDUALES Y LODOS INDUSTRIALES Y MUNICIPALES

Al establecer las condiciones para la descarga de efluentes industriales, es decir, los valores límites correspondientes a determinados parámetros de contaminación, y al definir los procedimientos para la verificación de la calidad del agua, debe distinguirse entre descarga directa y descarga indirecta.

La descarga directa comprende los residuos que fluyen directamente hasta el cuerpo receptor a través de un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento, que pertenecen a la misma fábrica y forman parte de sus instalaciones.

La descarga indirecta se refiere a los residuos que fluyen a través de un sistema público de alcantarillado, llegan a una planta de tratamiento municipal y, de allí, pasan directamente a un cuerpo de agua.

Los parámetros de contaminación a ser controlados varían según el método de disposición, según el tratamiento de las aguas residuales (en forma separada o combinada en la planta de tratamiento municipal), según el cuerpo receptor del que se dispone, así como la calidad y uso del mismo.

5.1 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA EL DRENAJE DE EFLUENTES INDUSTRIALES HACIA SISTEMAS PUBLICOS DE ALCANTARILLADO (DESCARGA INDIRECTA)

Quando los efluentes industriales se tratan en plantas municipales de aguas residuales, y cuando son descargados en el sistema de alcantarillado, deben considerarse los posibles efectos de residuos industriales específicos sobre la planta de tratamiento y las alcantarillas, es decir, sobre su operación, diseño y capacidad de limpieza.

En la Figura 5.1.-1 puede apreciarse un sistema completo para el control de la descarga directa e indirecta de residuos industriales.

Los principios generales que deben controlarse al definir los parámetros de contaminación son:

1. Los efluentes no deben constituir un elemento desagradable ni un peligro para el medio ambiente, especialmente para los trabajadores (sistema de alcantarillado y planta de tratamiento).
2. El sistema de alcantarillado no debe ser dañado. No se debe alterar las operaciones, ni afectar la eficiencia.
3. Las sustancias que pudieran mantenerse después de pasar por la planta de tratamiento central, pero que no son adecuadas para su descarga en el cuerpo receptor, deben ser retenidas.
4. Las sustancias que se van a descargar en un punto no deben crear, cuando se les considera junto con otras descargas vecinas, una carga contaminante

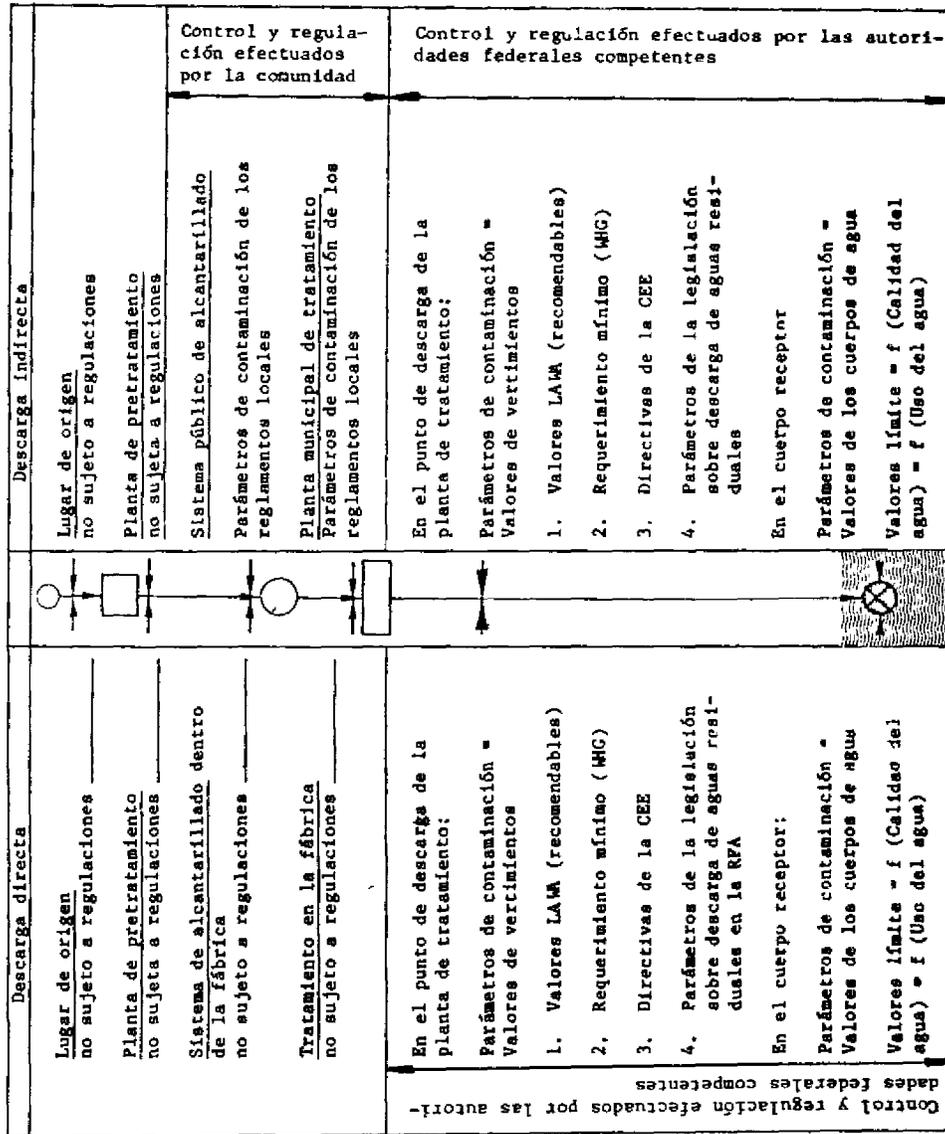


Figura 5.1.-1; Parámetros de contaminación y su control

total que exceda la carga permitida para el cuerpo de agua; de esa manera se evita, por ejemplo, la salinación excesiva.

5. La necesidad de tratamiento total debe ser minimizada.

En términos generales, también es posible definir las siguientes áreas que necesitan protección (véase Cuadro 5.1.-1).

CUADRO 5.1.-1
REQUERIMIENTOS BASICOS SEGUN LA PROPUESTA DE LINEAMIENTOS EN EL DOCUMENTO
"DESCARGA INDIRECTA EN BADEN-WÜRTTEMBERG" (Julio 1977) y Hoja de Trabajo
ATV A 115 (Dic. 1970) /4/

Áreas que necesitan protección		
1	Personal	- contra H ₂ S, HCN, SO ₂ , CO ₂ , valores de pH extremos, temperaturas excesivamente altas
2	Estructuras	- contra el deterioro/destrucción debido a valores muy altos de pH, sulfatos, anhídrido carbónico utilizado para remover la cal - contra depósitos de arena, desechos, cenizas y basura - contra la cristalización en caso de existir un alto contenido de sal
3	Función de la planta de tratamiento	- contra la reducción de la capacidad/interrupción del trabajo debido a excesivas concentraciones de metales pesados, cianuros, ácidos, álcalis
4	Calidad del agua del cuerpo receptor	- contra concentraciones inconvenientes de metales pesados, sales, elementos consumidores de oxígeno

5.1.1 Requerimientos y normas generales para los sistemas de alcantarillado

Cuando los residuos industriales se descargan en un sistema municipal de alcantarillado, pueden causar grandes daños en las alcantarillas y en la planta de tratamiento debido a sus propiedades especiales. Estos residuos industriales pueden:

- provocar el deterioro, e inclusive la destrucción, de los materiales que normalmente se utilizan en las alcantarillas (concreto, concreto armado, hierro fundido) o de las estructuras, instalaciones metálicas, rejillas, limpia-rejillas, etc.;
- dejar películas de aceites y grasas en las paredes de las alcantarillas, dando como resultado el bloqueo de las mismas y el desarrollo de microorganismos anaerobios. Esto puede provocar que las aguas residuales inicien un proceso de putrefacción en los colectores, haciendo más difícil el tratamiento en la planta de aguas residuales;

- constituir una molestia física para los trabajadores y un riesgo para su salud, debido a las altas temperaturas, por encima de los 35°C, a sustancias con olores intolerables y gases perturbadores. Los sólidos sedimentables y las sustancias tóxicas pueden interrumpir las operaciones o incluso provocar serios accidentes.

Estos elementos negativos son a veces tan grandes que no se pueden utilizar los materiales de construcción y piezas metálicas usuales.

En la República Federal de Alemania, las condiciones para la descarga en el sistema público de alcantarillado y en la planta de tratamiento municipal se hallan contenidas en los reglamentos locales elaborados por las autoridades municipales.

La Hoja de Trabajo A 115 /4/ de la ATV fue redactada para que sirva como pauta general para la elaboración de tales reglamentos. Esta Hoja de Trabajo, "Lineamientos para la Descarga de Aguas Residuales en una Planta Pública de Tratamiento", describe los principios generales para estos casos y, en su anexo, indica los parámetros y sus correspondientes valores límite para diferentes sustancias contenidas en las aguas residuales (Cuadro 5.1.-2).

La Hoja de Trabajo A 115 también brinda indicaciones sobre la manera de registrar y controlar las descargas de aguas residuales, de analizar las muestras y evaluar los resultados. También proporciona información para demostrar cómo esto se relaciona con los reglamentos, ordenanzas y normas legales.

La regla básica es:

Está prohibido descargar, en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear las alcantarillas, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa.

Esto incluye las siguientes sustancias:

- Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arena, basura, cerdas, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (estos sólidos no deben ser descargados ni aun después de haber sido triturados);
- Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio;
- Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones, emulsiones de aceite, lacas, residuos líquidos que tienden a endurecerse,
- Gasolina, petróleo, aceites lubricantes, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos y álcalis;
- Fosgeno, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno y ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno. También está prohibido descargar sustancias comprobadamente tóxicas.

5.1.2 Requerimientos y normas generales para las plantas públicas de tratamiento de aguas residuales

Los efectos que pueden ocasionar los residuos comerciales e industriales en las plantas municipales de tratamiento dependen de su composición.

Las distintas etapas del tratamiento en plantas para aguas residuales pueden verse afectadas por diversos residuos industriales de la siguiente manera:

Tamices y desarenadores: Los tamices deben estar hechos de un material resistente, adecuado a la agresividad de las aguas residuales. Todas las partes de concreto deben cumplir también con este requisito. Las aguas residuales industriales pueden incrementar considerablemente el volumen de arenilla y material retenido (cerniduras). En este caso, deberán habilitarse rellenos sanitarios con áreas también mayores, y posiblemente sea necesario efectuar una limpieza más frecuente.

La eficiencia puede verse disminuida cuando existe materia flotante gruesa, material fibroso, sustancias de origen animal, etc. Esto ocurre principalmente en el caso de los dispositivos de limpieza y trituración automática de cribado. Es importante que no se formen contracorrientes.

Sedimentación: En la sedimentación primaria, la eficiencia se ve afectada por una serie de factores:

- Altas temperaturas que se producen, por ejemplo, con la descarga de aguas de refrigeración y que reducen la viscosidad de las aguas residuales, provocando un ritmo de sedimentación mayor.
- La densidad se ve afectada, principalmente, por la temperatura y por sustancias disueltas (por ejemplo: sales); se pueden presentar corrientes de densidad que interfieran con la sedimentación.
- El ritmo de sedimentación de partículas flotantes más livianas es muy lento. Esto afecta seriamente al proceso de sedimentación. El mismo efecto puede producirse cuando las aguas residuales son diluidas, por ejemplo, debido al ingreso de aguas de refrigeración. Se requiere, entre otras medidas, de una floculación química adicional.
- Si el volumen de lodo se incrementa, será necesario vaciar con más frecuencia los embudos de lodos, sobre todo en el caso de aguas residuales contaminadas orgánicamente, ya que su proceso de putrefacción es mucho más rápido. El clima cálido en la mayoría de países en vías de desarrollo constituye aquí un factor importante.
- Ciertos constituyentes pueden afectar negativamente la consistencia y la capacidad de flujo de las aguas residuales (por ejemplo, el material fibroso), pero también la arcilla, la arena y el lodo de carbón. Esto hace más difícil la remoción de los lodos.

Floculación química y precipitación. Este proceso es afectado por los residuos industriales, de la siguiente manera:

- El efecto del agente de floculación está ligado a una determinada escala de pH.

CUADRO 5.1.-2
CONDICIONES PARA LA DESCARGA EN UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO /4/

1. Parámetros Generales			
a)	Temperatura:		35°C
b)	pH:		6,5 a 10
c)	Sustancias sedimentables, si se requiere de la separación de los lodos:		1 ml/l después de un tiempo de sedimentación de 0,5 horas
2. Aceites y grasas saponificables			
			250 mg/l
3. Hidrocarburos			
a)	Separables directamente:		Debe observarse la norma DIN 1999 (separadores para fluidos ligeros)
b)	Si es necesaria la remoción de los fluidos ligeros más allá de la obtenida con un separador: total de hidrocarburos (hasta DIN 38 409 Acápite 18):		20 mg/l
4. Solventes orgánicos			
a)	Total o parcialmente miscibles en agua y biodegradables: según las condiciones específicas, pero el valor normalizado no debe ser mayor que el grado de solubilidad.		
b)	Hidrocarburos halogenados (calculados como halógenos con enlaces orgánicos):		10 mg/l
5. Sustancias inorgánicas (disueltas y suspendidas)			
a)	Arsénicos (As)	1	mg/l
b)	Plomo 1) (Pb)	2	mg/l
c)	Cadmio 1) 2) (Cd)	0,5	mg/l
d)	Cromo hexavalente (Cr)	0,5	mg/l
e)	Cromo 1) (Cr)	3	mg/l
f)	Cobre 1) (Cu)	2	mg/l
g)	Níquel 1) (Ni)	4	mg/l
h)	Mercurio 1) 2) (Hg)	0,05	mg/l
i)	Selenio (Se)	1	mg/l
j)	Zinc 1) (Zn)	5	mg/l
k)	Estaño (Sn)	5	mg/l
l)	Aluminio y Hierro (Al) (Fe)		ilimitado, siempre que no se prevean problemas técnicos durante el tratamiento

6. Sustancias inorgánicas (disueltas)

a) Amonio y Amoníaco	(NH ₄) (NH ₃)	5	mg/l
b) Cianuro, fácilmente liberado	(CN)	1	mg/l
c) Total de cianuro 3)	(CN)	20	mg/l
d) Fluoruro	(F)	60	mg/l
e) Nitrito	(NO ₂)	si se presentan grandes cargas: 20 mg/l	
f) Sulfato 4)	(SO ₄)	600	mg/l
g) Sulfuro	(S)	2	mg/l

7. Sustancias orgánicas

- a) Fenoles volátiles en la corriente (como C₆H₅OH): 5 100 mg/l
- b) Tintes Sólo en concentraciones suficientemente bajas para que después de un tratamiento biológico y mecánico en una planta de aguas residuales el efluente no coloree a simple vista el cuerpo receptor.

8. Sustancias que consumen oxígeno espontáneamente

por ejemplo, sulfito de sodio, sulfato ferroso Sólo en concentraciones suficientemente bajas para que no se creen condiciones anaerobias en el sistema de alcantarillado.

- 1) Si el lodo de la planta de tratamiento se utiliza para usos agrícolas, suponiendo que éste sea el mejor método de disposición de lodos (en lo que a reciclaje se refiere) y que el área de distribución está convenientemente ubicada, entonces deberán observarse las hojas de instrucciones pertinentes y, si fuese necesario, deberá fijarse un límite a la cantidad de metales pesados que pueden ser descargados dentro de los residuos industriales.
- 2) Las corrientes de aguas residuales que contienen estas sustancias, generalmente, requieren de un tratamiento aparte.
- 3) En el caso de descargas muy pequeñas, no se necesita fijar un límite de concentración.
- 4) En casos específicos, se pueden permitir valores mayores, dependiendo de los materiales de construcción, de la dilución y de las condiciones locales.
- 5) Este valor puede incrementarse, dependiendo del tipo de sustancias fenólicas; sin embargo, en el caso de fenoles tóxicos no fácilmente degradables, debe ser disminuido sustancialmente.

- El grado y frecuencia de las fluctuaciones, en la cantidad y calidad de las aguas residuales que ingresan, interfiere en el proceso.
- El proceso se ve afectado negativamente por los coloides protectores.

Tratamiento biológico: La descomposición de los contaminantes de las aguas residuales en una planta municipal de tratamiento puede verse impedida o contrarrestada por los residuos industriales debido a los siguientes problemas:

- No se alcanza el requerimiento de nutrientes de los microorganismos. En los residuos industriales, suele haber falta de nitrógeno y fósforo; por ejemplo, en las aguas residuales que provienen de la industria del papel y de la celulosa, y en los que contienen fenol, provenientes de plantas de carbonización a baja temperatura, plantas de fabricación de coque y fábricas de gas.

El balance de nutrientes debería tener una relación óptima como sigue:

$$C : N : P = 30 : 3 : 1 \quad \text{y} \quad \text{DBO}_5 : N : P = 100 : 5 : 1$$

Los valores críticos son: DBO_5 degradable: $N = 32 : 1$ y DBO_5 degradable: $P = 150 : 1$.

- El pH de las aguas residuales se ve modificado negativamente. La escala favorable es de 6,5 a 9. El tratamiento biológico es posible, incluso, dentro de la escala de 5,0 a 9,5. La situación se torna crítica cuando se producen fluctuaciones bruscas de pH.
- Las aguas residuales pueden contener sustancias tóxicas orgánicas o inorgánicas, las que pueden afectar considerablemente la biocenosis y su eficiencia de descomposición. En cualquier caso, las sustancias altamente tóxicas deben ser removidas antes de que los residuos lleguen a la planta municipal de tratamiento, es decir, se deben tratar en la fábrica misma.
- Las temperaturas extremas de < 8 y $> 35^\circ\text{C}$ pueden tener un efecto sumamente negativo sobre la vida de los microorganismos, reduciendo en forma significativa la eficiencia del tratamiento biológico, especialmente cuando se producen grandes cambios repentinos.
- Los aceites y detergentes pueden obstaculizar el abastecimiento de oxígeno y crear condiciones anaerobias.
- La escasez de oxígeno puede ser resultado de varios factores, tales como el crecimiento excesivo de los microorganismos debido a la existencia de residuos ricos en nutrientes, por ejemplo los que provienen de fábricas de productos lácteos, cervecías y destilerías. En este caso, es necesario desarrollar una aeración adicional para suministrar oxígeno.
- Las concentraciones altas de hierro, las aguas residuales muy duras o la naturaleza arcillosa de muchos residuos industriales pueden dificultar el proceso de descomposición.

- Las descargas en tandas afectan la eficiencia del tratamiento biológico, tanto por su cantidad como por su concentración de contaminantes.

Las perturbaciones en el tratamiento biológico afectan a cada uno de los procesos en diversa medida.

5.2 REQUERIMIENTOS Y NORMAS GENERALES PARA LA DESCARGA DE RESIDUOS INDUSTRIALES EN CUERPOS DE AGUA (DESCARGA DIRECTA)

Las aguas de refrigeración no contienen o contienen muy pocos contaminantes. Por lo tanto, deben ser descargadas directamente en el cuerpo receptor, aparte de los demás residuos. Sin embargo, ellas transmiten calor al cuerpo receptor y provocan "contaminación térmica" que altera los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en dichas aguas, los cuales pueden ser acelerados en cierta medida; cuando esto sucede, las reservas de oxígeno en el agua se consumen en forma más rápida de lo normal. Al mismo tiempo, se absorbe menos oxígeno de la atmósfera. La disminución de la viscosidad del agua da como resultado un mayor índice de sedimentación. Es posible que algunas sustancias tóxicas presentes en el agua tengan un efecto más fuerte debido a la mayor temperatura.

Los residuos industriales pueden contener una gran cantidad de contaminantes orgánicos, los cuales constituyen una carga similar a la de las aguas residuales domésticas o municipales. Sin embargo, higiénicamente suelen ser más inocuas, ya que por lo general no transportan gérmenes patógenos.

Una característica de muchos residuos comerciales e industriales es que contengan sustancias que pueden interferir seriamente con el proceso biológico natural de autopurificación en el cuerpo de agua receptor. Estas sustancias pueden agruparse, según sus efectos o propiedades, dañinos, de la siguiente manera:

- Sustancias tóxicas, que causan un envenenamiento agudo o crónico de los diferentes organismos presentes en el agua o de los consumidores que ingieren el agua tratada.
- Sustancias molestas, que generan olor, sabor, color o turbiedad, así como problemas técnicos durante el tratamiento, transporte y uso.
- Sustancias consumidoras de oxígeno, que desequilibran el balance de oxígeno en el agua.
- Nutrientes, que provocan la eutroficación de las aguas estancadas o de lento discurrir.

El daño al cuerpo receptor causado por las aguas residuales industriales y comerciales lo convierte en vehículo de contaminantes afectándolo negativamente para otros usos, especialmente los de consumo de agua potable, industria pesquera, agricultura y ganadería; además, interfiere con la capacidad de autopurificación del agua y con la ecología en general.

Antes de descargar residuos en el cuerpo receptor, se debe reducir la cantidad de contaminantes dañinos mediante un tratamiento adecuado, hasta un nivel que no afecte el equilibrio del agua ni su uso.

5.2.1 Sistema de clasificación de la calidad del agua

No todas las aguas receptoras se utilizan para los mismos propósitos y, por lo tanto, no necesitan alcanzar todas el mismo grado de calidad; más bien, de acuerdo a sus diferentes usos, deben alcanzarse y garantizarse diferentes características de calidad.

Deberían definirse normas de calidad del agua para todos los tipos de uso. Sin embargo, en la actualidad no existen, ni siquiera en los países industrializados, normas de calidad integrales que incluyan todos los usos del agua. Actualmente existen comités nacionales e internacionales que están elaborando normas de este tipo.

CUADRO 5.2.-1
CLASIFICACION DE LA CALIDAD DE UN CUERPO DE AGUA /28/

Clase	Contenido de O ₂		Consumo de O ₂		DBO ₅
	mg/l a 20°C y 760 Torr *	% de saturación	mg/l a 20°C	%	mg/l a 20°C
I	8,45 - 8,84	95 - 100	0 - 0,3	0 - 5	0 - 0,5
I - II	7,50 - 8,45	85 - 95	0,3 - 1,1	5 - 10	0,5 - 2,0
II	6,20 - 7,50	70 - 85	1,1 - 2,2	10 - 20	2,0 - 4,0
II - III	4,40 - 6,20	50 - 70	2,2 - 3,8	20 - 40	4,0 - 7,0
III	2,20 - 4,40	25 - 50	3,8 - 7,0	40 - 70	7,0 - 13,0
III - IV	0,90 - 2,20	10 - 25	7,0 - 12,0	70 - 95	13,0 - 22,0
IV	0 - 0,90	0 - 10	12	95	22

* 1 Torr = 0,0133 · 10⁵ Pa

10⁵ Pa = 750 torr

Para mejorar la condición general de las aguas superficiales, en varios países, se han introducido categorías para describir la calidad del agua.

Se han fijado cuatro categorías para clasificar la calidad de las corrientes de agua (LIEBMANN y HAMM /..); en el Cuadro 5.2.-1 se muestran los parámetros característicos de estas categorías, de acuerdo con las propiedades biológicas y bioquímicas del agua.

Es posible que la extracción de agua para uso industrial siga siendo económica hasta la categoría III, pero definitivamente deja de serlo si predominan las categorías III-IV o IV.

En períodos críticos, en algunos países de Europa Occidental se proponen como objetivo, obtener calidades de agua superficial correspondientes a las categorías II-III.

El Cuadro 5.2.-2 muestra, comparativamente, las calidades de agua buscadas en algunos países de Europa Occidental.

CUADRO 5.2.-2
REQUERIMIENTOS PARA AGUAS SUPERFICIALES CON Q_{kr}

País	Calidad del agua	DBO ₅ mg/l	Contenido de O ₂ mg/l	Legislación
Países Bajos	II I - II	5 3	5 8	Calidad mínima WVO 1970/JMP
Suiza	II	4	5	Ley para el control de la contaminación del agua, 1971
Polonia	II	4	6	Ley estándar para el agua
Suecia	tratamiento biológico completo, normalmente eliminación de fosfatos mediante precipitación			Protección de la naturaleza, 1964 Protección ambiental, 1969
Rep. Federal de Alemania	II II-III	4 7	6 5	Programa de Control Ambiental, 1972 Comisión de Expertos, 1976

En algunos países de Europa Oriental, por ejemplo Polonia, Rumanía, etc., las aguas superficiales se dividen en tres categorías, según el uso dado.

En Polonia, estas categorías son:

- Agua de la categoría I (= 24,1% de los ríos), debe cumplir con todos los requisitos necesarios para ser usada como agua potable por la población y

por la industria de procesamiento de alimentos; asimismo, debe ser apta para la reproducción de salmónidos (truchas, etc.).

- Agua de la categoría II (= 33,7% de los ríos), debe ser adecuada para el abrevamiento de ganado, la cría de otros tipos de peces, así como para bañarse y para el transporte acuático.
- Agua de la categoría III (= 18,2% de los ríos), puede ser utilizada en la industria (excepto la de procesamiento de alimentos) y para propósitos de irrigación.

Sólo podrá intentarse llegar a un sistema de clasificación para cada país en vías de desarrollo o para grupos de los mismos, cuando se cuente con información detallada respecto a las múltiples y diversas condiciones y mecanismos de reacción, así como respecto a todos los propósitos para los que se usa el agua en los diferentes países.

El agua natural y el agua residual recuperada, se utilizan en el ciclo de agua artificial con diferentes propósitos. Estos usos y su relación directa con los problemas de los países en vías de desarrollo pueden esbozarse de la siguiente manera:

- (a) Extracción directa o indirecta:
 - Utilización para el consumo humano y animal (agua potable, alimentación);
 - Utilización en la agricultura (irrigación);
 - Utilización en la industria y el comercio (industrialización);
 - Utilización como agua de refrigeración (producción de energía).
- (b) Utilización para la asimilación de aguas residuales (descarga de aguas residuales).
- (c) Utilización para la industria pesquera (alimentos).
- (d) Utilización para propósitos recreativos (turismo, deportes, paisajes).
- (e) Función ecológica.

Para todos estos usos, deben definirse individualmente, normas de calidad para cada país. La selección de los parámetros de calidad y la fijación de los límites de concentración permisibles dependen de las condiciones de vida en cada caso y del correspondiente nivel de calidad de agua requerido.

El primer paso consistirá en fijar límites para las sustancias dañinas, o límites de concentración permisibles, tomando esto como una necesidad básica aunque no esté muy relacionada con la utilización. Los valores dados servirán únicamente como pautas, en este aspecto.

En general, existen dos métodos para fijar valores límite:

- Normas para los cuerpos de agua
- Normas para los vertimientos.

5.2.2 Valores límite para los cuerpos de agua

Los valores límite para los cuerpos de agua son criterios de calidad que describen las condiciones de un cuerpo de agua. En los países industrializados, actualmente se han fijado valores, por ejemplo, para las aguas de uso potable y para el agua del mar, de los ríos y lagos, donde se acostumbra bañar. Estos valores han sido elaborados por los países de la CEE.

El método de los valores para los cuerpos de agua tiene las siguientes ventajas:

- Una mejor utilización de todas las plantas de tratamiento, pues el tratamiento de las aguas residuales está relacionado directamente con la calidad del cuerpo receptor, sin que los requerimientos locales sean excesivos en lo que respecta al grado de tratamiento.
- Regulación de los procesos de tratamiento de tal manera que el agua pueda destinarse a los usos propuestos.
- Consideración de la contaminación total del cuerpo de agua y la dinámica de autodepuración del mismo.
- Posibilidad de fijar diferentes valores límite para diferentes plantas de tratamiento con el fin de preservar el equilibrio ecológico del agua.

En principio, este método tiene las siguientes desventajas:

- No existen instrucciones prácticas respecto a la frecuencia del muestreo, al distanciamiento permisible de los valores debido a inundaciones o desastres, a condiciones meteorológicas o geográficas extraordinarias respecto a ciertos parámetros, al enriquecimiento natural de ciertas sustancias ni para el caso de lagos con poca profundidad ($H < 20m$) y bajo nivel de intercambio de agua (> 1 año).
- Existen dificultades para determinar y controlar la descarga en el agua de efluentes de plantas de tratamiento, pues la capacidad de asimilación y la calidad del agua dependen en gran medida del flujo del cuerpo receptor.

Se han elaborado los siguientes reglamentos para este método:

- la propuesta de la Convención de Estrasburgo en su totalidad, con excepción del Art. 5.
- la Directiva de la CEE respecto a la calidad exigida a las aguas superficiales de donde se obtendría agua potable en los estados miembros, de fecha 16 de junio de 1975.
- la Directiva del Consejo respecto a la calidad del agua usada por bañistas, del 8 de diciembre de 1975.

5.2.3 Valores límite para los vertimientos

El principio de las normas para los vertimientos, que prefieren algunos países industrializados, plantea condiciones de descarga para las concentraciones en el punto de salida de un sistema de alcantarillado o de una planta de tratamiento.

Los valores límite para los vertimientos tienen las siguientes ventajas:

- los requerimientos respecto a la calidad del agua residual tratada son iguales en todos los lugares, independientemente de cuál sea el cuerpo receptor;
- la descarga de los efluentes tratados en el cuerpo receptor es fácil de controlar;
- el grado de tratamiento requerido en las plantas de aguas residuales es más fácil de determinar.

Las normas para los vertimientos representan las siguientes desventajas:

- es posible que en muchas plantas de tratamiento los límites de contaminación del cuerpo receptor sean excedidos, aun cuando se cumpla con las normas de emisión;
- los costos de operación para el tratamiento de aguas residuales puede ser más alto, debido a que no existe una relación de dependencia entre las características de las aguas residuales y el cuerpo receptor; es decir, no se toma en cuenta el flujo ni la capacidad de autodepuración de la corriente receptora y no se utiliza su capacidad de asimilación. Esto es muy importante en los países en vías de desarrollo donde existen grandes ríos; dejar de considerar este aspecto puede resultar antieconómico. En muchos casos, es posible mantener relativamente baja la capacidad de tratamiento de las plantas de aguas residuales.

En principio, no es necesario que las aguas residuales sean tratadas en mayor medida de la requerida por la capacidad de autopurificación del cuerpo receptor.

Muchas convenciones internacionales se basan en el control de los vertimientos, para el control de la contaminación química y para la protección de los mares, por ejemplo:

- la Convención de Oslo del 15 de febrero de 1972 para la región del Atlántico Norte y la Convención de Londres del 29 de diciembre de 1972 para todos los océanos, que sirven para controlar la contaminación marina producida por las descargas de residuos de embarcaciones y aeronaves;
- la Convención de Helsinki de marzo de 1974 (Mar Báltico) y la Convención de Barcelona del 4 de marzo de 1976 (Mar Mediterráneo);

- finalmente, la Convención de París del 4 de junio de 1974 respecto al control de la contaminación marina producida por descargas proveniente del continente, siendo en este aspecto también particularmente importante para las aguas del interior.

En los países en vías de desarrollo donde se reconocen estas convenciones y donde se realizan esfuerzos para cumplirlas, se recomienda que, para mantener la uniformidad, se implemente también el control de vertimientos para la descarga en las aguas del interior.

5.2.4 Valores unificados nacionales e internacionales

5.2.4.1 Valores LAWA para la emisión (recomendables)

Los valores unificados de la Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) para las aguas residuales domésticas e industriales plantean concentraciones de descarga que pueden ser obtenidas usando métodos habituales. Estos valores están relacionados con procesos de tratamiento específicos y por lo tanto no se les puede considerar equivalentes a los requerimientos de calidad de las aguas residuales que se descargan en un cuerpo de agua /93/.

En la siguiente sección se muestran algunos valores unificados para industrias que pueden ser significativos en los países en vías de desarrollo. No pueden fijarse valores unificados para todos los residuos industriales, pues la composición de los residuos provenientes de las grandes industrias químicas, fábricas de hierro y acero, plantas de fabricación de coque y algunas otras plantas suelen presentar variaciones y fluctuaciones.

En tales casos, debería buscarse la asesoría de expertos para fijar los valores o podrían tomarse como base valores de áreas de producción similares.

Aguas residuales domésticas

Aguas residuales domésticas en clima seco:

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante | nada debe ser visible |

Tratamiento biológico:

Tratamiento biológico completo

- | | |
|---|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante | nada debe ser visible |
| c) Putrescibilidad | negativa |
| d) Consumo de permanganato | 100 mg/l |
| Se pueden permitir valores más altos si la DBO ₅ está por debajo del valor dado (por ejemplo para sustancias que no se degradan fácilmente). | |
| e) DBO ₅ | 25 mg/l |

Tratamiento biológico parcial

Si un tratamiento biológico parcial es suficiente, pueden reducirse en alguna medida los requerimientos; sin embargo, no deben excederse los siguientes valores:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Material flotante	nada debe ser visible
c) Consumo de permanganato	150 mg/l
d) DBO ₅	80 mg/l

Aguas residuales domésticas mezcladas con agua de lluvia:

Observación preliminar: Es posible suponer que las plantas de tratamiento están en capacidad de satisfacer los requerimientos cuando con el tratamiento mecánico se puede tratar hasta 5 (1 + 4) veces el flujo de clima seco y cuando con el tratamiento biológico se puede tratar de 1,5 a 2 (1 + 0,5 a 1 + 1,0) veces el flujo de clima seco.

Con otras medidas adecuadas para el tratamiento de agua de lluvia, es posible que los valores dados para los sólidos sedimentables durante clima húmedo no se excedan en más de un 100%.

Sólidos sedimentables	0,6 ml/l
-----------------------	----------

Aguas residuales comerciales e industriales

Aguas de refrigeración y condensación

Los siguientes valores se aplican a las aguas industriales que, comparadas con el agua dulce de la planta, hayan sido alteradas por el calentamiento y por un pequeño contenido de petróleo.

a) Temperatura	30°C
b) Contenido de petróleo	no deben detectarse vetas de aceite sustancias extraíbles con éter de petróleo 5 mg/l

Aguas residuales de mataderos y fábricas de procesamiento de carne

Estos residuos deben tratarse en forma separada si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas.

Tratamiento mecánico:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Material flotante	nada debe ser visible

Tratamiento biológico:

Tratamiento biológico completo

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Material flotante	nada debe ser visible
c) Putrescibilidad	negativa

Tratamiento biológico parcial

Si un tratamiento biológico parcial es suficiente, pueden reducirse en alguna medida los requerimientos; sin embargo, no deben excederse los siguientes valores:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Material flotante	nada debe ser visible
c) Consumo de permanganato	150 mg/l
d) DBO ₅	80 mg/l

Residuos provenientes de la disposición de desechos de animales y de las fábricas de harina de pescado

Estos residuos deben tratarse individualmente si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas.

Tratamiento mecánico:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Material flotante	nada debe ser visible
c) Solventes orgánicos	nada no disuelto

Tratamiento biológico:

Tratamiento biológico completo

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Material flotante	nada debe ser visible
c) Putrescibilidad	negativa
d) Consumo de permanganato	100 mg/l
e) DBO ₅	25 mg/l
f) Solventes orgánicos	negligible

Tratamiento biológico parcial

Si un tratamiento biológico parcial es suficiente, pueden reducirse en alguna medida los requerimientos; sin embargo, no deben excederse los siguientes valores:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Material flotante	nada debe ser visible
c) Consumo de permanganato	150 mg/l
d) DBO ₅	80 mg/l
e) Solventes orgánicos	negligible

Residuos provenientes de cervecerías y fábricas de malta

Estos residuos deben tratarse en forma separada si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas.

Tratamiento mecánico

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante | nada debe ser visible |

Tratamiento biológico:

Tratamiento biológico completo

- | | |
|----------------------------|----------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos | 20 mg/l |
| c) Putrescibilidad | negativa |
| d) Consumo de permanganato | 80 mg/l |
| e) DBO ₅ | 25 mg/l |

Tratamiento biológico parcial

Si un tratamiento biológico parcial es suficiente, pueden reducirse en alguna medida los requerimientos; sin embargo, no deben excederse los siguientes valores:

- | | |
|----------------------------|----------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos | 20 mg/l |
| c) Consumo de permanganato | 150 mg/l |
| d) DBO ₅ | 80 mg/l |

Residuos provenientes de fábricas de levadura prensada

Estos residuos deben ser tratados por separado si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas.

Tratamiento mecánico:

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante | nada debe ser visible |

Tratamiento biológico:

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante | nada debe ser visible |

Tratamiento biológico:

- | | |
|----------------------------|----------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos | 20 mg/l |
| c) Consumo de permanganato | 120 mg/l |
| d) DBO ₅ | 70 mg/l |

Estos niveles sólo pueden alcanzarse mediante la respectiva dilución de las aguas residuales antes del tratamiento biológico.

Residuos provenientes de plantas lecheras, de fábricas de queso y plantas de leche enlatada

Estos residuos deben ser tratados en forma separada si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas. En la medida de lo posible, debe evitarse que los residuos de plantas de productos lácteos contengan suero, aguas de primer lavado de mantequilla y leche filtrada por fugas.

Tratamiento mecánico:

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante | nada debe ser visible |
| c) pH | 6,0 a 9,0 |

Tratamiento biológico:

Tratamiento biológico completo

- | | |
|---|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| Se pueden permitir valores más altos siempre que no se exceda el valor máximo para los sólidos en suspensión. | |
| b) Sólidos suspendidos | 20 mg/l |
| c) Material flotante | nada debe ser visible |
| d) Consumo de permanganato | 80 mg/l |
| e) DBO ₅ | 25 mg/l |

Tratamiento biológico parcial

Si un tratamiento biológico parcial es suficiente, se pueden reducir en alguna medida los requerimientos; sin embargo, no deben excederse los siguientes valores:

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos | 20 mg/l |
| c) Material flotante | nada debe ser visible |
| d) Consumo de permanganato | 120 mg/l |
| e) DBO ₅ | 80 mg/l |

Residuos provenientes de la producción de margarina, grasas y aceites comestibles

Tratamiento mecánico:

- | | |
|---|-----------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos | 30 mg/l |
| c) pH | 6,0 a 9,0 |
| d) Sustancias extraíbles con éter de petróleo | 30 mg/l |

Tratamiento químico:

- | | |
|--------------------------|-----------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos | 20 mg/l |
| c) pH | 6,0 a 9,0 |

d) Consumo de permanganato	120 mg/l
e) DBO ₅	20 mg/l

Tratamiento biológico:

Tratamiento biológico completo

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Sólidos suspendidos	20 mg/l
c) Putrescibilidad	negativa
d) Consumo de permanganato	80 mg/l
e) DBO ₅	25 mg/l
f) Sustancias extraíbles con éter de petróleo	10 mg/l

Tratamiento biológico parcial

Si es suficiente un tratamiento biológico parcial, pueden reducirse en alguna medida los requerimientos; sin embargo, en ningún caso deben excederse los siguientes valores:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Sólidos suspendidos	20 mg/l
c) Consumo de permanganato	120 mg/l
d) DBO ₅	80 mg/l
e) Sustancias extraíbles con éter de petróleo	20 mg/l

Residuos provenientes de fábricas de jabón

Tratamiento mecánico:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Material flotante	nada debe ser visible
c) pH	6,0 a 9,0

Tratamiento biológico:

Tratamiento biológico completo

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Sólidos suspendidos	20 mg/l
c) Consumo de permanganato	80 mg/l
d) DBO ₅	25 mg/l

Tratamiento biológico parcial

Si es suficiente un tratamiento biológico parcial, se pueden reducir en alguna medida los requerimientos; sin embargo, en ningún caso deben excederse los siguientes valores:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Sólidos suspendidos	20 mg/l
c) Consumo de permanganato	120 mg/l
d) DBO ₅	80 mg/l

Residuos provenientes de fábricas de azúcar

El reciclaje y la reutilización del agua permiten limitar la carga de DBO_5 hasta un máximo de 1000 g por tonelada de remolacha durante el período de operación. En este valor no se incluye el agua no usada ni el agua de limpieza al final del período de campaña.

Tratamiento mecánico:

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante | nada debe ser visible |
| c) Temperatura | 30°C |

Tratamiento biológico:

Tratamiento biológico completo

Este método está en preparación y desarrollo

Tratamiento biológico parcial

La reserva en estanques o lagunas se considera como un tratamiento biológico parcial, siempre que no se excedan los siguientes valores:

- | | |
|----------------------------|----------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos | 20 mg/l |
| c) Consumo de permanganato | 300 mg/l |
| d) DBO_5 | 150 mg/l |

Con una profundidad de reserva reducida (hasta 1 m), puede obtenerse una DBO_5 de 50 a 100 mg/l hacia fines del verano.

Además, es conveniente limitar la descarga por unidad de tiempo.

Residuos provenientes de la producción de rayón y seda artificial

- | | |
|---|-----------|
| a) Sólidos sedimentables | 0,3 ml/l |
| Pueden permitirse valores mayores, siempre que no se exceda el valor máximo fijado para los sólidos en suspensión. | |
| b) Sólidos suspendidos | 30 mg/l |
| c) pH | 6,0 a 9,0 |
| Si la capacidad de neutralización de ácidos del cuerpo receptor lo permite, puede ser más conveniente aceptar valores de pH por debajo de 6,0 para evitar un mayor sobresalamiento. | |
| d) Consumo de permanganato | 100 mg/l |
| e) DBO_5 | 30 mg/l |
| En los casos d) y e) pueden permitirse desviaciones de los valores, según las necesidades particulares de cada fábrica. | |
| f) ión sulfato: La cantidad de SO_4^{2-} debe estar limitada según las necesidades específicas de cada fábrica y del cuerpo receptor. | |
| g) Sulfuro de hidrógeno | 2 mg/l |
| h) Sulfuros: La cantidad de sulfuros debe estar limitada según las necesidades específicas de cada fábrica y del cuerpo receptor. | |

Residuos provenientes de plantas de blanqueo, teñido y acabado de tejidos

Tratamiento mecánico:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Sólidos suspendidos	30 mg/l
c) pH	6,0 a 9,0

Tratamiento químico:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Sólidos suspendidos	30 mg/l
c) pH	6,0 a 9,0
d) Consumo de permanganato	200 mg/l
e) DBO_5	100 mg/l
f) Cloro libre	0,3 mg/l

Tratamiento biológico:

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
b) Sólidos suspendidos	30 mg/l
c) Consumo de permanganato	150 mg/l
d) DBO_5	30 mg/l

Residuos provenientes de la producción de celulosa a partir de madera

a) Sólidos sedimentables	0,3 ml/l
Pueden permitirse valores mayores, siempre que no se exceda el valor máximo para los sólidos en suspensión.	
b) Sólidos suspendidos	30 mg/l
c) pH	6,0 a 9,0

Si la capacidad de neutralización ácida del cuerpo receptor lo permite, puede ser más conveniente aceptar valores por debajo de 6,0 para evitar un mayor sobresaturamiento.

d) Consumo de permanganato

1. Debe fijarse un límite para la descarga diaria de sustancia orgánica disuelta, medida como $KMnO_4$ en kg/día. La misma debe calcularse como el producto de:

- La cantidad de madera procesada por día, sin incluir la celulosa obtenida de ella (ambas completamente secas), en kg.
- La cifra 3,2 representa el $KMnO_4$ que consumen las partes de la madera que se disuelven y pasan a formar parte del licor de digestión.
- El factor 0,08 para plantas de celulosa de sulfito o 0,05 para plantas de celulosa de sulfato, representa la proporción de sustancia orgánica disuelta que no puede ser retenida y por lo tanto es descargada en el cuerpo receptor.

2. A partir de la descarga diaria de $KMnO_4$ en kg/día, es posible calcular la cantidad de $KMnO_4$ en las aguas residuales (mg/l o g/m^3) que no debe excederse como promedio diario; esto se hace dividiendo la cantidad de aguas residuales en miles de $m^3/día$. Los valores individuales no deben exceder este promedio en más de un 30%.

Residuos provenientes de la producción de papel y cartón

Se debe distinguir los residuos de plantas que utilizan las siguientes materias primas:

- A: celulosa
- B: celulosa y pulpa de madera: pergamino transparente (papel cristal)
- C: celulosa y/o pulpa de madera con pigmentos minerales
- D: celulosa y/o pulpa de madera con alguna cantidad de papel usado
- E: sólo papel usado, especialmente tipos mixtos
- F: trapos, semicelulosa, paja, etc.

Si se utilizan diferentes materias primas (de A a F), no se pueden dar valores unificados. En este caso, se recomienda buscar la asesoría de expertos.

Tratamiento mecánico:

	A	B	C	D	E	F
a) Sólidos sedimentables: ml/l	Debido a la estructura de los sólidos, no es adecuado determinar volumétricamente los sólidos sedimentables.					
b) Sólidos suspendidos: mg/l	30	40	40	50	100	100
c) pH:	5,5 a 9,0					
d) Agente de blanqueo:	no detectable					

Tratamiento químico:

a) Sólidos sedimentables: ml/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
Se pueden permitir valores mayores siempre que no se exceda el valor máximo para los sólidos en suspensión.						
b) Sólidos suspendidos: mg/l	20	25	30	40	50	100
c) pH:	5,5 a 9,0					
d) Consumo de permanganato: mg/l	150	300	400	400	400	-
e) DBO ₅ : mg/l	50	200	200	200	200	300
f) Agente de blanqueo:	no detectable					

Tratamiento biológico:

	A	B	C	D	E	F
a) Sólidos sedimentables: ml/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
b) Sólidos suspendidos: mg/l	20	20	20	30	30	30
c) Consumo de permanganato: mg/l	100	100	150	150	200	-
d) DBO ₅ : mg/l	25	25	25	30	40	30

En determinadas circunstancias, se pueden permitir valores mayores de permanganato, siempre que no se excedan los valores de la DBO₅ respectivos.

Residuos provenientes de curtiembres, plantas de acabado de pieles y fábricas de cuero

Estos residuos deben ser tratados en forma separada sólo si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas; se recomienda buscar la asesoría de expertos.

Tratamiento mecánico:

- a) Sustancias sedimentables: 0,3 ml/l
- b) Sólidos suspendidos (material flotante): nada debe ser visible

Tratamiento químico:

- a) Sólidos sedimentables: 0,3 ml/l
- b) pH: 6,0 a 9,0
- c) Consumo de permanganato: 400 mg/l
- d) DBO₅: 200 mg/l
- e) Sulfuros (S²⁻): 2 mg/l
- f) Total de cromo (Cr): 2 mg/l
- como cromato (Cr-VI): 0,5 mg/l
- g) Sustancias extraíbles con éter de petróleo: 10 mg/l

Tratamiento biológico:

- a) Sólidos sedimentables: 0,3 mg/l
- b) Consumo de permanganato: 150 mg/l
- c) DBO₅: 80 mg/l

Estos valores pueden excederse siempre que se obtenga una reducción del 95% en comparación con las aguas residuales tratadas mecánicamente.

Residuos provenientes de la industria petrolera

Tratamiento mecánico:

- a) Sólidos sedimentables: 0,3 ml/l
- b) Material flotante: ninguno
- c) Sustancias extraíbles con éter de petróleo: 20 mg/l

Tratamiento químico:

- a) Sólidos sedimentables: 0,3 ml/l
- b) Material flotante: ninguno
- c) pH: 6,0 a 9,0
- d) Sustancias extraíbles con éter de petróleo: 10 mg/l
- e) Sulfuros (S²⁻): 1 mg/l

Tratamiento biológico:

- a) Sólidos sedimentables: 0,3 ml/l
- b) Material flotante: ninguno
- c) Trazas de petróleo: ninguna

- | | |
|--|-----------------------------|
| d) DBO ₅ : | 30 mg/l |
| e) Sustancias extraíbles con éter de petróleo: | 5 mg/l |
| f) Sulfuros: | ya no deben ser detectables |
| g) Fenoles (volátiles en el vapor): | 0,5 mg/l |

Residuos provenientes del lavado del carbón

Tratamiento mecánico:

- | | |
|---------------------------|-----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) pH: | 6,0 a 9,0 |

Residuos provenientes de la industria de piedras y suelos y de las plantas de lavado de grava

El sedimento suspendido no puede ser retirado mediante tratamiento mecánico. Si comenzara a causar problemas, deberá ser precipitado agregando los agentes adecuados.

Deben fijarse valores especiales para las industrias que usan aditivos químicos (como cal y cemento) o que elaboran productos minerales solubles (yeso).

Tratamiento mecánico:

- | | |
|---------------------------|-----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) pH: | 6,0 a 9,0 |

Tratamiento químico:

- | | |
|---------------------------|-----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos: | 50 mg/l |
| c) pH: | 6,0 a 9,0 |

Residuos provenientes de baños químicos de hierro

Tratamiento químico:

(Neutralización, separación de sales metálicas precipitadas)

- | | |
|---------------------------|-----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) pH: | 6,0 a 9,0 |
| c) Hierro total (Fe): | 2 mg/l |

Residuos provenientes del galvanizado eléctrico

Tratamiento químico:

(Oxidación de cianuros, reducción de cromatos, separación de sales metálicas precipitadas, neutralización)

- | | |
|---------------------------|-----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) pH: | 6,5 a 9,0 |

c) Metales (disueltos y suspendidos):	
Total de Cromo (Cr):	2 mg/l
como cromato (Cr-VI):	0,5 mg/l
Cobre (Cu):	1 mg/l
Níquel (Ni):	3 mg/l
Zinc (Zn):	3 mg/l
Cadmio (Cd):	3 mg/l
Total de hierro (Fe):	2 mg/l
d) Cianuros (destruibles con cloro):	0,1 mg/l
e) Cloro libre:	0,5 mg/l
f) Sustancias extraíbles con éter de petróleo:	10 mg/l

Notas:

Referentes a b): El níquel puede ser precipitado satisfactoriamente con un pH superior a 9, por lo tanto, si las aguas residuales tienen un alto contenido de níquel se recomienda buscar la asesoría de expertos.

Referentes a c): En casos especiales, se pueden obtener valores más bajos para metales específicos, si se procede a un tratamiento adicional, por ejemplo a través de intercambio iónico.

Las plantas de recirculación con intercambio de iones producen regenerados concentrados. Si estas aguas regeneradas se tratan usando los métodos habituales, el contenido de metales de la descarga deberá limitarse en cada caso según las necesidades del cuerpo receptor. En estos casos, debe buscarse la asesoría de expertos.

Referentes a d): La determinación directa del ión cianuro mediante la utilización piridina/bencidina (Deutsches Einheitsverfahren, System-Nr. D 13/3) es suficiente, cualquiera sea el propósito, para detectar el cianuro factible de ser destruido con cloro, incluyendo el cloruro de cianógeno, si todavía estuviera presente.

Si es posible esta determinación directa, después de la destilación con una solución de ácido tartárico, pueden detectarse en cierto grado los cianuros presentes en complejos que no han sido destruidos por la cloración y que son considerablemente menos tóxicos que el cianuro libre.

En tanto no se disponga de una reglamentación del método "Einheitsverfahren", el cianuro destructible con cloro deberá determinarse siguiendo un método ASTM:

Se toman dos muestras de aguas residuales: a una de ellas, con pH 11-12, se le añade suficiente solución de NaOCl como para dejar un excedente de cloro activo de 5-25 mg/l después de 1 hora agitando ligeramente. Más adelante, el cloro restante se elimina con la cantidad necesaria de sulfito y

se determina el contenido de cianuro después de la destilación con ácido sulfúrico. La diferencia entre ésta y una segunda determinación sin el tratamiento de cloro da como resultado la cantidad de cianuro destructible con cloro.

Residuos provenientes de plantas de anodizado

Tratamiento químico:
(Neutralización; separación de sólidos suspendidos)

a) Sólidos sedimentables:	0,3 ml/l
b) pH:	6,0 a 9,0
c) Total de cromo (Cr):	2,0 mg/l
como cromato (Cr-VI):	0,5 mg/l
d) Fluoruro (F ⁻):	20 mg/l
e) Sulfato (SO ₄ ²⁻):	

Nota:

Referentes a e): El contenido de sulfato debe limitarse según las necesidades específicas de la fábrica y del cuerpo receptor; debe buscarse la asesoría de expertos y observarse las normas existentes.

Residuos provenientes de plantas de endurecimiento

No debe permitirse que las sales endurecedoras usadas ni la sal sólida que cae al piso ingresen en las aguas residuales; deben ser recolectadas y reutilizadas (por ejemplo por el fabricante de sales endurecedoras).

Tratamiento químico de los residuos:
(después de la eliminación de los tóxicos y neutralización)

a) Sólidos sedimentables:	0,3 ml/l
b) pH	6,0 a 9,0
c) Cianuros (CN ⁻), (fácilmente liberados):	0,1 mg/l
d) Cloro libre (Cl ₂ ⁰):	0,5 mg/l
e) Nitrito (NO ₂ ⁻):	20 mg/l
f) Sustancias extraíbles con éter de petróleo:	10 mg/l

Residuos provenientes del procesamiento de vidrio

Tratamiento químico:
(Neutralización con hidróxido de calcio); separación de sólidos suspendidos)

a) Sólidos sedimentables:	0,5 ml/l
b) Sólidos suspendidos:	50 mg/l
c) pH:	7,0 a 9,0
d) Fluoruro (F ⁻):	20 mg/l

Residuos provenientes de la producción de agua mineral, agua de mesa y bebidas gasificadas

Tratamiento mecánico:

- | | |
|---------------------------|-----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) pH: | 6,0 a 9,0 |
| c) Temperatura: | 30°C |

Tratamiento biológico:

- | | |
|---------------------------|----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) DBO ₅ : | 25 mg/l |

Residuos provenientes de las plantas de tratamiento de agua potable e industrial

Las plantas de tratamiento de agua potable e industrial incluyen:

- Plantas de remoción de hierro
- Plantas de remoción de manganeso
- Plantas de remoción de ácidos
- Plantas de tratamiento de agua para aseo personal
- Plantas de remoción de sales
- Plantas de tratamiento de agua para calderos, incluyendo las plantas de aguas de elutriado utilizadas para lavar filtros y tamices

No se incluyen las aguas de limpieza.

Tratamiento mecánico:

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) pH: | 6,0 a 9,0 |
| c) Material flotante: | nada debe ser visible |
| d) Temperatura: | 30°C |
| e) Cloro libre (Cl ₂): | 0,3 mg/l |
| f) Sales: | |

Nota:

Referente a b): En casos especiales, se puede permitir un valor de pH de hasta 9,5, según lo especificado en los reglamentos de agua potable.

Referente a f): Los intercambiadores de iones producen aguas regeneradas altamente concentradas. El contenido de sales debería limitarse en casos especiales según las necesidades del cuerpo receptor; se recomienda buscar la asesoría de expertos.

Residuos provenientes de lavanderías

Estos residuos deben ser tratados en forma separada si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas.

No debe permitirse que los solventes orgánicos usados en la planta ingresen en las aguas residuales.

Tratamiento mecánico:

- | | |
|--|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| (Se pueden permitir valores más altos siempre que no se exceda el valor máximo para los sólidos suspendidos) | |
| b) Sólidos suspendidos: | 50 mg/l |
| c) Material flotante: | nada debe ser visible |
| d) pH: | 6,0 a 11,0 |
| e) Temperatura: | 30°C |

Tratamiento químico:

- | | |
|--|-----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos: | 30 mg/l |
| c) pH: | 6,0 a 9,0 |
| d) Sustancias extraíbles con éter de petróleo: | 10 mg/l |
| e) Temperatura: | 30°C |

Residuos provenientes de fábricas de enlatados

Nota previa:

Estos residuos deben ser tratados en forma separada si no es posible tratarlos con las aguas residuales domésticas.

(Algunas veces puede resultar necesaria la neutralización de los residuos)

Tratamiento mecánico:

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos: | 30 mg/l |
| c) Material flotante: | nada debe ser visible |
| d) pH: | 6,0 a 9,0 |

Tratamiento biológico

Tratamiento biológico completo

- | | |
|---------------------------|----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos: | 30 mg/l |
| c) DBO ₅ : | 30 mg/l |
| d) Putrescibilidad: | negativa |

Tratamiento biológico parcial

El depósito en estanques, de ser necesario con aeración artificial, puede considerarse como un tratamiento biológico parcial siempre que, como mínimo, no se excedan los siguientes valores:

- | | |
|---------------------------|----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos: | 30 mg/l |
| c) DBO ₅ | 150 mg/l |

Residuos provenientes del procesamiento de papas

Estas plantas incluyen:

- Plantas de papas al vapor
- Producción de papas fritas
- Plantas de pelado de papas
- Plantas de enlatado de papas
- Producción de puré y nojuelas de papa

Estos residuos deben ser tratados en forma separada si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas.

Tratamiento mecánico
(de ser necesario con neutralización)

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| a) pH: | 6,0 |
| b) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| c) Material flotante: | nada debe ser visible |

Tratamiento biológico
Tratamiento biológico completo

- | | |
|--|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante: | nada debe ser visible |
| c) DBO ₅ : | 30 mg/l |
| d) Sustancias extraíbles con éter de petróleo: | 5 mg/l |
| e) Putrescibilidad: | negativa |

Nota:

Referente a d): Este parámetro debe ser determinado, por ejemplo, para residuos de la producción de papas fritas.

Tratamiento biológico parcial

El almacenamiento en estanques, de ser necesario con aeración artificial, puede considerarse como un tratamiento biológico parcial siempre que no se excedan los siguientes valores:

- | | |
|--|----------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) Sólidos suspendidos: | 30 mg/l |
| c) DBO ₅ : | 150 mg/l |
| d) Sustancias extraíbles con éter de petróleo: | 5 mg/l |

Residuos provenientes de la producción de almidón

Estos residuos deben tratarse en forma separada si no es posible tratarlos junto con las aguas residuales domésticas.

Tratamiento mecánico

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| a) Sólidos sedimentables: | 0,3 ml/l |
| b) Material flotante: | nada debe ser visible |