

6. Control de desechos líquidos industriales

Los desechos industriales son los materiales sobrantes en estado sólido, líquido o gaseoso que se producen en los lugares de trabajo. Su composición y cantidad varía según el tipo de industria y los procesos utilizados.

Los desechos que se producen en la industria son responsabilidad del empresario, quien debe disponer de ellos lo más rápidamente posible, sin ocasionar problemas de salud a la población, al sistema de alcantarillado, a las instalaciones y a los procesos de plantas de tratamiento de aguas, ni contaminar las fuentes de ésta.

Los materiales sólidos no pueden descargarse en el sistema de alcantarillado; deben eliminarse del desecho líquido antes de su disposición final. Ejemplos: desechos de metales, escorias, aserrín, cenizas y restos alimenticios.

Los desechos gaseosos constituidos por gases o polvos, y que generalmente se dispersan en la atmósfera sin tratamiento, causan contaminación del aire.

En cualquier proceso industrial se presentan productos finales a pesar de lo bien diseñadas y eficientes que sean las operaciones. Estos desechos industriales, así como los producidos por la actividad vital del personal de la fábrica, deben tratarse y disponer de ellos adecuadamente para que las sustancias químicas tóxicas y los organismos contenidos no presenten riesgos para la salud del personal del establecimiento, la población de los alrededores, la vida vegetal o animal, el suelo y el agua de la zona.

Los desechos líquidos pueden ser descargados en el sistema de alcantarillado, si su volumen es pequeño o han sido sometidos a un tratamiento adecuado.

Las aguas industriales de desecho pueden contener materia mineral suspendida, coloidal y disuelta; sólidos orgánicos; ser excesivamente ácidas o alcalinas; con concentraciones altas y bajas de colorantes; materiales inertes; agentes tóxicos y bacterias patógenas.

Al verter los desechos industriales líquidos en un curso de agua pueden provocar en éste alteraciones físicas, químicas y biológicas en el agua, conse-

cuencias que se reducirán si los desechos líquidos crudos se someten a un tratamiento de depuración previo, cuya magnitud dependerá:

- De las características de dilución y de estabilización del curso de agua receptor.
- De los caudales del curso de agua receptor y del vertimiento (desecho industrial).
- Del estado del agua antes de recibir los desechos.
- De la posibilidad de recibir otros desechos aguas abajo.
- De las características del curso de agua receptor en la trayectoria posterior al vertimiento.
- De la utilización posterior del curso de agua receptor.

Alteraciones físicas:

- Color
- Olor
- Sabor
- Temperatura
- Materia en suspensión
- Formación de espumas
- Radiactividad

Alteraciones químicas ocasionadas por:

- Compuestos orgánicos
- Compuestos inorgánicos

Alteraciones biológicas:

- Por la presencia de organismos patógenos que transmiten enfermedades.
- Por falta de oxígeno disuelto necesario que provoca ausencia de animales y plantas.

La industria utiliza agua para una amplia gama de actividades, desde el proceso más complejo hasta la limpieza de pisos. El hombre no puede emplear agua sin agregarle algo. Y este algo puede ser calor, materiales suspendidos o sustancias en disolución.

Para controlar la emisión de aguas industriales se requiere:

- Conocimiento del volumen de agua utilizada por unidad de tiempo y de su calidad.
- Conocimiento de las normas de calidad del agua que recibe la industria y la que desecha.

Las aguas industriales, según el uso que se les da proceden de:

- Plantas de tratamiento de agua (acondicionamiento de ésta según necesidades de la industria).
- Servicios sanitarios y de alimentación para los empleados.
- Calderas.
- Limpieza.
- Intercambiadores de calor.
- Procesos industriales.
- Drenajes de techos y patios.
- Plantas de tratamiento de aguas industriales residuales (figura 6.1).

IDENTIFICACION DE LOS ORIGENES O FUENTES DE PRODUCCION DE AGUAS DE DESECHO

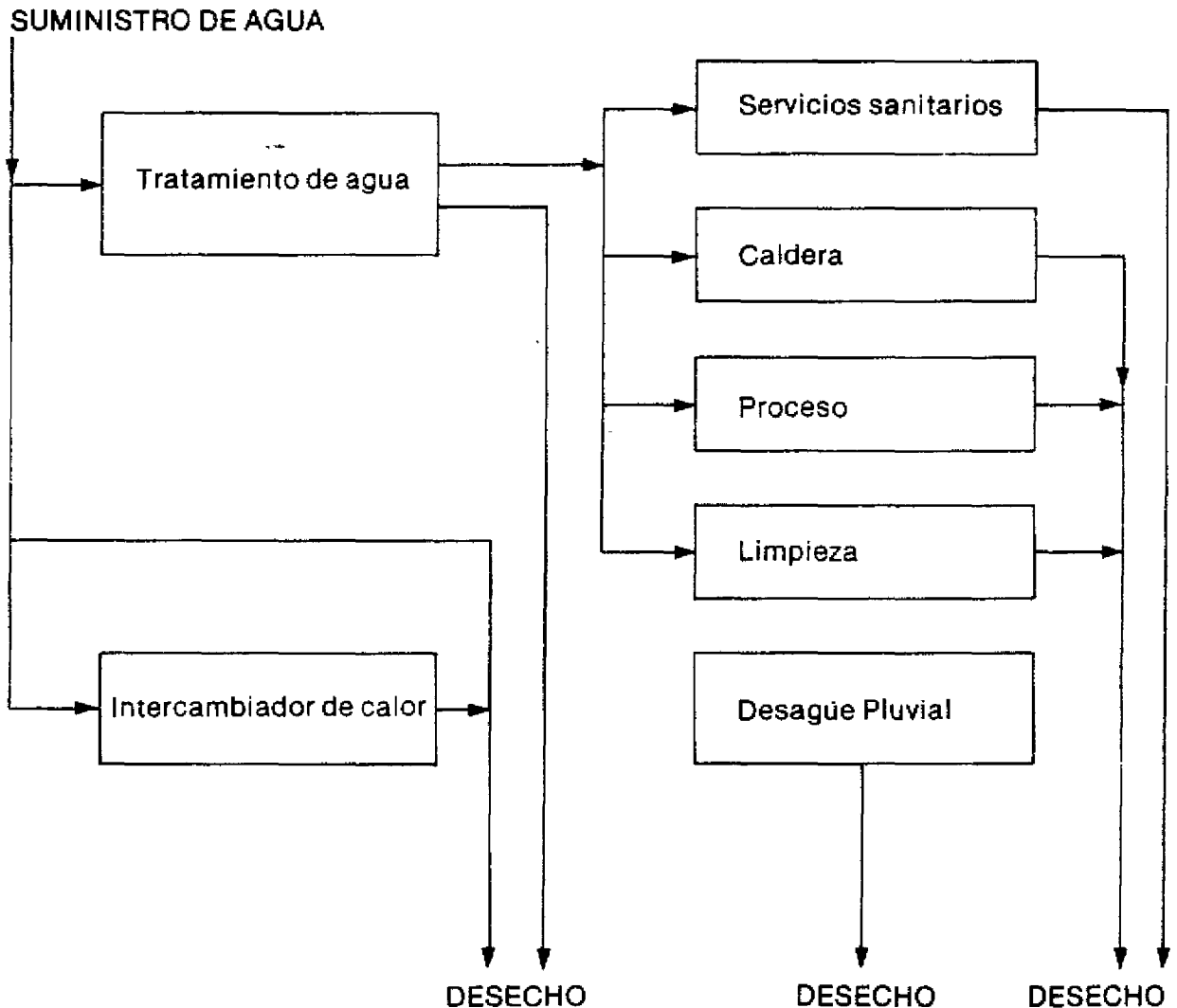
Desechos de plantas de tratamiento de agua

Algunas industrias necesitan realizar un tratamiento al agua que reciben con el fin de obtener la calidad requerida para cada uso. A continuación se mencionan varios tipos de aguas residuales de diferentes procesos utilizados.

Sedimentación

Generalmente utiliza coagulantes como aluminio o sales de hierro. El material sedimentado y removido del fondo del tanque de sedimentación (lodo),

Figura 6.1
Aguas industriales y su origen



Fuente: *The Industrial Environment. Its Evaluation and Control*. NIOSH, 1973.

contiene aproximadamente 8% de sólidos y 92% de agua. Los sólidos están compuestos de los que contenía el agua, de coagulantes hidratados y material filtrante. Los lodos pueden secarse por sedimentación en tanques, empleando vacío o centrifugado. El agua resultante de este proceso puede recircularse a la operación inicial. La única pérdida de agua es la que contiene finalmente la torta de lodos, usualmente de 50 a 75% de su peso.

Ablandamiento

Consiste en la remoción de los iones de calcio y magnesio que contiene el agua en un intercambiador de cationes o por tratamiento con cal y soda. El lodo sedimentado resultante contiene carbonato de calcio e hidróxido de magnesio. El material final después de reciclar el lodo puede tener una concentración de 25% de sólidos y 75% de agua.

Filtración

El lavado de filtros con corriente de agua limpia origina agua de desecho que contiene los sólidos retenidos en el filtro. Los filtros se utilizan también para separar el hierro precipitado del agua de pozo, la cual ha sido aireada para oxidar el ion ferroso o férrico. El agua utilizada para el lavado de estos filtros puede usarse nuevamente en esta operación.

Intercambio iónico

Utilizado para aguas blandas mediante un material de intercambio catiónico que remueve el calcio y el magnesio y los reemplaza con sodio. El material intercambiador generalmente es NaCl y el agua de desecho después de este proceso contiene CaCl_2 , MgCl_2 y el exceso de NaCl empleado.

Desmineralización

Emplea Intercambiadores catiónicos y aniónicos que produce agua de calidad similar a la destilada. Los intercambiadores pueden ser de hidróxido de amonio, cáustico, ácido sulfúrico o ácido clorhídrico. El intercambiador catiónico reemplaza los cationes con hidrógeno; así se obtiene un agua ácida que requiere ser desgasificada para retirar el CO_2 y SO_2 . El intercambiador aniónico reemplaza los aniones con iones hidróxidos. El agua de desecho contiene todas las sustancias que tenía el agua original y el exceso de material intercambiador añadido, excepto los gases ácidos. Esta agua de desecho no debe ser reciclada.

Aguas de servicios sanitarios y de alimentación

Están compuestas por: a) aguas negras que contienen materia fecal y gran cantidad de microorganismos, muchos de ellos patógenos; b) aguas de actividades alimentarias, lavado de ropa de trabajo e higiene personal. Presentan alto contenido de materia orgánica, jabón, grasas, partículas minerales y microorganismos que pueden ser patógenos.

Las aguas provenientes de sanitarios, lavamanos, duchas, lavanderías y restaurantes de la industria, deben desaguarse al sistema de alcantarillado separadamente de otros desechos.

El agua de desecho de los servicios sanitarios es aproximadamente de 0.075 m³ por persona por turno. La que proviene de servicios de alimentación y de la lavandería de la empresa puede ser de 0.11 m³/persona/turno.

Aguas de desecho por funcionamiento de calderas

Purga de calderas

El agua de desecho resultante es mineralizada, con un contenido de sólidos del orden de 3 500 a 500 mg/l.

Agua para remoción de cenizas de la combustión de carbón

Las cenizas en las calderas se retiran a un pozo, generalmente con agua; después de utilizarse el agua es alcalina y se considera como un desecho.

Limpieza de calderas

Los tubos de las calderas deben limpiarse periódicamente con sustancias químicas. En calderas de baja presión se emplea ácido clorhídrico con elementos que previenen el ataque del hierro. Estas sustancias limpiadoras se descargan en el foso de cenizas; se produce precipitación del hierro y neutralización del ácido, debido al agua alcalina de desecho.

Las calderas de presión alta requieren de métodos de limpieza más complejos con sustancias químicas como ácido nítrico. Estas soluciones limpiadoras contienen cobre y zinc.

Aguas de desecho provenientes de limpieza

Incluyen el agua utilizada para la limpieza de equipos y pisos, la cual puede contener materia orgánica (restos de material), jabón, grasas, tóxicos, minerales y microorganismos patógenos.

Aguas utilizadas para intercambio de calor

El uso del agua como un medio de intercambio de calor no es la aplicación más frecuente en la industria.

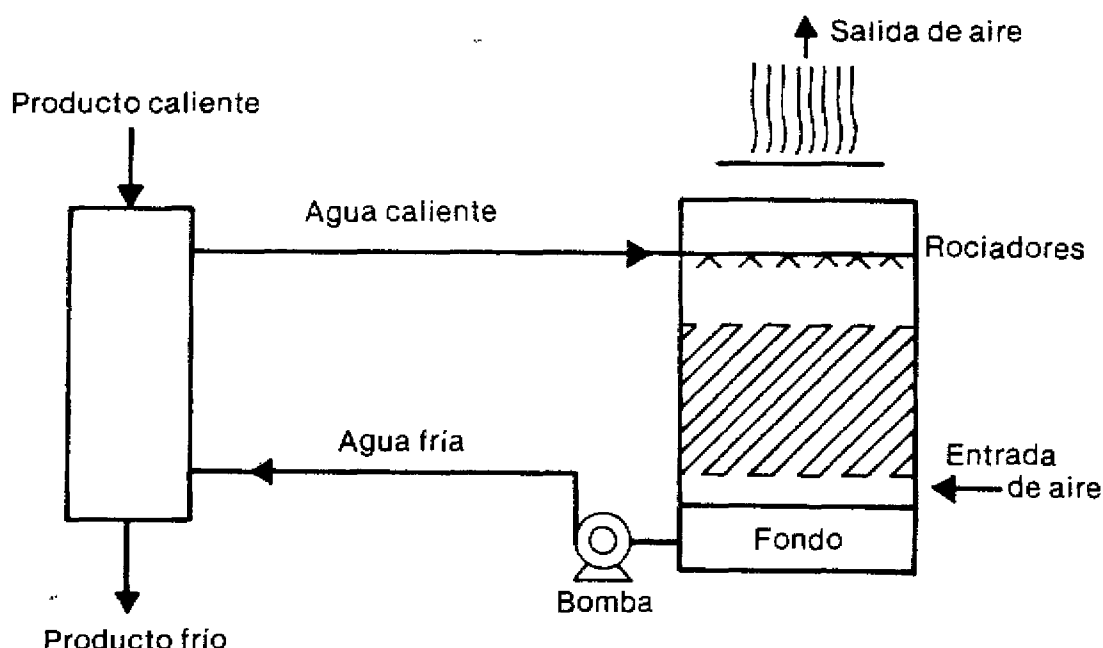
El calor se considera contaminante por los cambios que origina en la vida animal y vegetal del agua.

Torres de enfriamiento

El agua del intercambio de calor que puede causar contaminación térmica es recuperada y reutilizada en torres de enfriamiento, donde se logra que el ca-

lor se disipe rápidamente. Esta agua fría puede recircularse, después de un tratamiento, para prevenir costras y corrosión en la tubería del intercambiador de calor. Las torres de enfriamiento pierden aproximadamente 2% del agua por evaporación, 1% por entradas y 10% por purga, requerida para mantener un contenido de sólidos constante. El agua perdida por la purga contiene 1 000 mg/l de sólidos totales; además zinc, cromo y otros productos químicos agregados para acondicionar el agua (figura 6.2).

Figura 6.2
Torre de enfriamiento



Fuente: *The industrial environment. Its evaluation and control*. NIOSH, 1973.

Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor que se utilizan para enfriar un producto deben disponer de puntos para el muestreo del agua, de fácil acceso para éste. Un pequeño escape en un tubo podría producir una pérdida considerable del producto. La velocidad del agua que pasa por un agujero de escape muy pequeño puede crear una succión que produce la entrada del producto a la corriente del agua de enfriamiento.

Aguas de los procesos

El agua en contacto con materias primas, productos intermedios, subproductos o productos finales se denomina agua de proceso y comprende:

Aguas orgánicas procedentes de industrias de la leche, procesadoras de alimentos, textiles, destilerías, que se caracterizan por un alto contenido de materias orgánicas y a veces de microorganismos patógenos.

Toxinas de industrias químicas, metales, explosivos, que ocasionan daños por corrosión a las alcantarillas y contaminación de cursos de agua. Ocasionalmente contienen organismos patógenos.

Lavado inerte de industrias de cerámica, caolín y areneras.

Producen obstrucciones por sedimentación en el sistema de alcantarillado y contaminación de cursos de agua.

Limpieza de materia prima

Algunas materias primas se transportan por agua y se necesita su lavado y retiro. La industria de los alimentos es un ejemplo de esta utilización. La calidad del agua empleada en la industria de los enlatados está directamente relacionado con la condición en que se reciben los vegetales y frutas.

Limpieza de recipientes

Las aguas utilizadas para recipientes donde se efectúan son concentrados que se descargan intermitentemente y que a menudo requieren de un manejo especial.

Refinados

La extracción de solventes de materiales que contienen agua es un proceso industrial frecuente. El agua remanente después de la extracción generalmente contiene concentraciones altas de subproductos, y cantidades menores de productos y de solvente.

Lavadores de gas

Los gases que se desprenden de un proceso usualmente son lavados con agua. Si el gas es de valor, como hidrógeno, éste debe lavarse para remover las impurezas y reutilizarlo. Los gases como cloro, cianuro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno o fosgeno son peligrosos y deberán ser removidos mediante un equipo de lavado eficiente. Una manera de evaluar la eficiencia de este control consiste en el análisis del agua de desecho.

Aguas de lluvias y de patios

El diseño del sistema de alcantarillado debería facilitar una separación del agua derramada en los pisos y patios de la fábrica.

Las aguas de desecho de lluvias y de patios pueden provenir de:

- Las materias primas y los productos que a menudo son lanzados a los pisos o techos.
- Los recipientes a presión que a veces desfogan materiales hacia el techo.
- La carga de carros tanque que puede ocasionar derramamientos y escapes.

Se incluyen también las aguas de desecho que se forman por todo el escurrimiento superficial de las lluvias, que fluyen desde los techos, los pavimentos y otras superficies del terreno.

GUIA GENERAL PARA UN PROGRAMA DE CONTROL DE CONTAMINACION DE AGUA POR DESECHOS LIQUIDOS

La industria debe adelantar un programa de control o descargas o vertimientos que incluya las siguientes actividades:

- Identificación de todas las fuentes de utilización de agua.
- Identificación de las descargas y la calidad.
- Conocimiento de la normas permisibles para las descargas.
- Verificación de la efectividad de los aspectos del diseño o proyecto para controlar la calidad de las descargas del proceso.
- Incorporación en el diseño de aspectos que prevengan trastornos y accidentes que tengan consecuencias perjudiciales.
- Control adecuado de la calidad de las descargas de aguas industriales.

El programa debe asegurar que todos los supervisores, operarios, y personal de mantenimiento de la planta se encuentren enterados de la importancia de mantener las descargas o vertimientos dentro de los requisitos de las normas, para lo cual se necesitará un adiestramiento detallado de los operarios e instrucciones en todos los turnos. Deberá destacarse la prevención de descargas no autorizadas, no sólo porque pueden acarrear pérdidas de dinero, sino también producir quejas de la comunidad y una acción por parte del gobierno.

El control efectivo de la calidad de una descarga puede requerir de un equipo costoso para el mantenimiento del efluente, de costos de operación elevados y de sustancias químicas adicionales. A menudo es más económico realizar cambios en los procesos que reduzcan la cantidad de los desechos que se van a tratar o los modifiquen para que sean de tratamiento más fácil. Un pro-

ceso podría ser más eficiente utilizando materiales de más alta calidad para la construcción, materias primas de gran pureza, un catalizador de alto grado o por el reciclaje de ciertos fluidos del proceso.

La disminución de la carga del efluente generalmente reduce las instalaciones y otros costos de operación requeridos para el tratamiento del desecho. Se han presentado situaciones en que por los altos costos de tratamiento del efluente ha sido necesario seguir un procedimiento diferente para fabricar un producto. La mejor solución es efectuar un cambio en el proceso que pueda eliminar o reducir un efluente.

Para el éxito del programa de control de contaminación en la industria se debe comprometer a todo el personal, ubicando al director de planta en la cima de su organización. El director debe mostrar mediante sus acciones y palabras que espera un control efectivo de la contaminación en todos los niveles, y deberá encargar a una persona del programa como autoridad para que incluya el control de la contaminación en la línea de operación, y además poseer un conocimiento adecuado de los procesos de la planta.

Es conveniente el establecimiento de un comité de control de la contaminación, integrado por los jefes de operación de todos los departamentos de la planta, el cual se reuniría regularmente.

Debe establecerse un programa permanente de muestreo y de medición de los desechos, para determinar el total de emisiones o efluentes, y las correspondientes a cada departamento o proceso. La etapa siguiente consiste en el estudio conjunto con el director de plantas, el ingeniero del control de la contaminación y los respectivos jefes de departamento, sobre los métodos para reducir los desechos por medio de procedimientos de operación, modificaciones en el proceso y un mantenimiento riguroso. Los trabajadores deberán ser informados del programa de control de la contaminación y del papel que ellos desempeñan en el éxito de su práctica.

Evaluación del problema de contaminación del agua

Cuando se conoce o se sospecha la contaminación del agua, la fábrica necesita determinar los sitios de origen, las cantidades y las características de cada uno de los desechos que son descargados.

La evaluación de la contaminación que produce una industria comprende las siguientes etapas:

- Definición del problema.
- Medidas de caudales.
- Toma de muestras.

- Análisis de las muestras e interpretación de resultados.
- Separación de los vertimientos.
- Control.
- Tratamiento y disposición.

La definición del problema incluye:

- Ubicación de la fábrica y zona de influencia.
- Naturaleza del cauce receptor.
- Influencia del vertimiento en el cauce receptor.
- Sistema de drenaje de la fábrica y localización de la línea o líneas por donde circula el vertimiento.
- Diagrama de fabricación: fuentes de utilización de agua, cantidad de agua utilizada en el proceso, materias primas, productos finales, catalizadores, lista de materiales que entran en contacto con el agua, consumo de agua en la limpieza, frecuencia y cuantificación de derrames; análisis del consumo de agua, planes futuros de expansión.

Medida de caudales y análisis de las muestras que incluye:

- Determinación de los sitios de muestreo; de fácil acceso, representativos y que no interfieran con el proceso de la fábrica.
- Medidas de caudal de los vertimientos.

Toma de muestras

Objetivos:

a) Determinar la naturaleza y cantidad del desecho para evaluar el efecto del vertimiento que se descarga en el cauce receptor; b) medir la cantidad de desecho con relación a la pérdida de material en el proceso (factor de eficiencia operativa).

Frecuencia de muestreo:

Depende del tipo de proceso (continuo, discontinuo), de la concentración de desechos, y del método de muestreo empleado.

Duración de la muestra:

Debe ser suficiente para asegurar que sus datos sean representativos, considerando las variaciones en la producción y las mezclas; las muestras pueden ser: a) instantáneas, útiles para una aproximación general de las cargas del vertimiento y determinar cuál vertimiento precisa de un estudio más detallado, b) compuestas, se recogen generalmente durante 24 horas, estas muestras requieren de preservación mediante refrigeración o aditivos químicos, con el fin de inhibir la actividad biológica, la pérdida de compuestos volátiles y otros cambios.

Análisis de las muestras

Las fábricas pueden descargar desechos que contienen sustancias químicas orgánicas o inorgánicas, o una mezcla de ambos. Para las fábricas que vierten solamente sustancias inorgánicas son pocos los análisis requeridos e incluyen: pH, alcalinidad, acidez, sólidos disueltos totales, temperatura, turbidez y sólidos suspendidos. A estos análisis deben agregarse los correspondientes para los inherentes al proceso de cada fábrica y que pueden causar efectos nocivos en el cauce receptor, como son: hierro, cobre, zinc, cromo, plomo, aluminio, arsénico, amonio, nitrato, cloro y sulfato (cuadro 6.1).

Las industrias con desechos orgánicos, o una combinación de desechos orgánicos, e inorgánicos necesitan realizar mayor cantidad de análisis, los cuales pueden ser complejos y requerir equipo de laboratorio también complejo. Además de los enumerados anteriormente, son necesarios los siguientes análisis: oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), compuestos volátiles, sólidos suspendidos, sabor, olor, color, aceite, grasa, fenoles. Como en el caso de desechos inorgánicos, se deben realizar otros análisis que dependen del tipo de industria.

Separación de vertimientos

Una vez determinado el caudal y los componentes de los vertimientos, se analizará la factibilidad de separarlos en diferentes grupos que requieran el mismo procedimiento de tratamiento. Por ejemplo:

- Aguas negras
- Ácidas y alcalinas
- Con alto contenido de materia orgánica
- Con metales y otros agentes tóxicos

Cuadro 6.1
Metales pesados presentes en desechos industriales

Industria	Ag	As	Cd	Cr	Cu	F	Fe	Hg	Mn	Pb	Ni	S	Sb	Sn	Zn
Pulpa y papel				●	●			●		●	●				●
Químicos orgánicos y petroquímica		●	●	●		●	●	●		●		●		●	●
Alcalis, cloro, químicos inorgánicos		●	●	●		●	●	●		●		●		●	●
Fertilizantes		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●
Refinerías de petróleo		●	●	●	●	●	●			●	●	●			●
Siderúrgicas de hierro		●	●	●	●	●	●	●		●	●		●	●	●
Siderúrgicas de otros metales	●	●	●	●	●	●		●		●		●	●		●
Galvanoplastia, automotores y aeroplanos	●		●	●	●			●			●	●			
Vidrio, cemento, productos de asbesto, etcétera				●											
Textilerías				●											
Curtiembres				●											
Generación de energía con vapor				●											●

Fuente: *Removing heavy metals from waste waters*. Environmental Science and Technology, 1972.

- Pluviales
- Con aceites y grasas
- De lavado de pisos
- De refrigeración y efluentes no contaminados

La separación del vertimiento reduce el volumen y concentra la corriente de desechos, lo que hace menos costoso su control.

Métodos de control de desechos líquidos industriales

Limpieza y mantenimiento de la industria

Incluye instrucciones precisas sobre los procedimientos de operación, de limpieza y de mantenimiento; sistema de supervisión que asegure el cumplimiento de las normas; válvulas; empaques de las bombas; drenajes y tuberías o redes subterráneas; escapes de tanques de almacenamiento; limpieza y lavado de reactores, tambores y pisos; inspección regular de máquinas y recipientes equipados con rebosaderos.

Cambio de materias primas

Algunas veces es necesario y factible evitar la producción de un desecho cambiando la materia prima; por ejemplo: en una curtiembre podrían sustituirse las pieles saladas por pieles crudas y evitar el problema que crea el lavado de la sal de las pieles preservadas.

Modificaciones en el proceso

Generalmente es mejor y más económico reducir o eliminar una corriente de desechos que tratarla; consiste en detener la contaminación antes de que se produzca. En la instalación de un nuevo proceso o producto deben considerarse las modificaciones en el proceso y diseño del equipo que eliminen o reduzcan la generación de desechos. En una planta ya existente, la reducción de los desechos que se descargan a un curso de agua o a una planta de tratamiento a menudo va acompañada de modificaciones en el proceso, separación de corrientes, o recuperación y reutilización de materiales. La reducción de desechos puede iniciarse con un completo balance de materiales de todos los procesos que utilizan agua y producen desechos. El balance detallado del agua incluye información sobre cantidad de agua utilizada, contenido de agua en las materias primas, pérdidas por evaporación contenido de vapor de agua en las corrientes de gas, contenido de agua del producto y volumen de corrientes de agua residual. A partir de la medición exacta de los volúmenes y del aná-

lisis de los constituyentes de los desechos en las distintas corrientes puede determinarse y corregirse la principal fuente de pérdida de agua.

Combustión directa

La quema directa de los desechos orgánicos de los procesos industriales es un método de disposición de uso común. La disminución del agua y la concentración del efluente de agua de desecho en más de 10% de contenido orgánico permite emplear la quema directa con un costo razonable. La combustión húmeda con aire u oxígeno a 300°C y presiones superiores a 1.750 psi se ha empleado para lodos, pero todavía no se ha extendido su uso para los desechos industriales.

Quema catalítica y evaporación

El quemador catalítico utilizado ampliamente para el control de las emisiones olorosas, también puede utilizarse para destruir materia orgánica si el agua de desecho es evaporada previamente.

Reutilización

La utilización de aguas de desecho por recirculación es una práctica usual en la mayor parte de las industrias. Este procedimiento, sin embargo, no significa la reducción de la contaminación sino una concentración en un volumen más pequeño.

La recirculación del agua generalmente adiciona sustancias químicas para control de corrosión, escamas y bacterias.

Sin embargo, la recirculación de soluciones débiles que contienen materias primas, productos intermedios y finales, puede proporcionar a la empresa cierta economía.

METODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE DESECHO DE USO MAS FRECUENTE

Para que las aguas industriales de desecho puedan descargarse en un sistema de alcantarillado público, deben cumplir con ciertas normas de calidad (Véase Normas para efluentes).

Los procesos de tratamiento que se emplean son en la práctica adaptaciones de los métodos de tratamiento de aguas negras. Para su selección es necesario considerar:

La naturaleza del desecho: composición química y variabilidad en la descarga. La presencia de metales pesados dificulta la acción del tratamiento biológico (cuadro 6.2)

Efluentes líquidos industriales

Industria productora del efluente	Origen de los desechos	Características principales de los desechos	Tratamiento y métodos de disposición
Textiles	Trama de fibras.	Alcalinidad alta, coloreado, temperatura alta, cantidad grande de sólidos suspendidos, concentración alta de materia oxidable por vía biológica.	Neutralización, precipitación química, tratamiento biológico, aeración y filtración biológica.*
Curtiembre	Pelambre, ablandamiento, limpieza de pieles.	Cantidad alta de sólidos, sal, dureza, sulfuros, cromo, pH, cal precipitada, y concentración alta de materia oxidable por vía biológica.	Sedimentación y tratamiento biológico.
Lavanderías	Lavado de ropa.	Turbidez alta, alcalinidad y sólidos orgánicos.	Cribado, precipitación química, flotación, absorción.
Alimentos enlatados	Recorte, selección, zumo, y pelado de frutas y vegetales.	Altos sólidos suspendidos, materia coloidal y orgánica disuelta.	Cribado, absorción en el suelo, irrigación, lagunas.
Productos lácteos	Diluciones de leche entera, descremada, mantequilla, suero.	Alta materia orgánica disuelta, principalmente proteína, grasa y lactosa.	Tratamiento biológico, aeración, filtración biológica, tratamiento por procesos de lodos activados.

Continúa

Industria productora del efluente	Origen de los desechos	Características principales de los desechos	Tratamiento y métodos de disposición
Cervecerías y destilerías	Maceración y exprimido de granos, residuo de la destilación del alcohol.	Altos sólidos suspendidos, almidones fermentados conteniendo nitrógeno.	Recuperación de materia prima, concentración por centrifugación y evaporación, filtro biológico, empleo en piensos.
Carne	Corrales de ganado, matanza de ganado, extracción de grasas y huesos, residuos en condensados, grasa y agua de lavado, desperdicios de pollos.	Alta materia orgánica suspendida y disuelta, sangre, grasas y proteínas.	Cribado, sedimentación, flotación, filtración biológica.
Alimentos de animales	Excreta de animales.	Concentración alta de sólidos orgánicos suspendidos y materia oxidable por vía biológica.	Disposición en la tierra y lagunas anaeróbicas.
Productos farmacéuticos	Misceláneo, aguas de lavado y líquido filtrado	Concentración alta de materia orgánica suspendida y disuelta, incluyendo vitaminas.	Evaporación y quema, uso en piensos.
Levadura	Residuo de filtración de la levadura.	Concentración alta de sólidos principalmente orgánicos, y de materia oxidable por vía biológica.	Digestión anaeróbica y filtración biológica.

(Continúa)

Industria productora del efluente	Origen de los desechos	Características principales de los desechos	Tratamiento y métodos de disposición
Encurtidos	Agua de limón, salmuera, almíbar, semillas, pedazos de cohombro.	pH variable, altos sólidos suspendidos, color, materia orgánica.	Limpieza, cribado.
Café	Pulpa y fermentación del grano de café.	Concentración alta de sólidos suspendidos y de materia oxidable por vía biológica.	Cribado, sedimentación, filtración biológica.
Pescado	Desechos de centrífuga, prensado de pescado, evaporador y otras aguas de lavado.	Concentración alta de materia oxidable por acción biológica, sólidos orgánicos y otros.	Evaporación, remanente al mar.
Arroz	Remojo, cocido y lavado de arroz.	Concentración alta de materia oxidable por acción biológica y de sólidos suspendidos.	Coagulación con cal.
Pastelerías	Lavado y engrase de recipientes	Concentración de materia oxidable por acción biológica, grasa, azúcar, harina, detergentes.	Sujeta a oxidación biológica.
Papel y celulosa	Cocción, depuración y lavado de fibras, tamizado de pulpa de papel.	pH alto o bajo, color, sólidos suspendidos y disueltos, coloides, rellenos inorgánicos.	Sedimentación, tratamiento en lagunas de oxidación, tratamiento biológico, aeración, recuperación de subproductos.

Industria productora del efluente	Origen de los desechos	Características principales de los desechos	Tratamiento y métodos de disposición
Productos fotográficos	Soluciones utilizadas de revelador y fijador.	Alcalino, contiene agentes orgánicos e inorgánicos.	Recuperación de la plata; descargue de los desechos en el alcantarillado.
Acero	Coquización del carbón, lavado de gases del alto horno, limpieza del acero.	pH bajo, ácidos, cianuro, fenol, mineral, coque, caliza, álcalis, aceites, sólidos suspendidos.	Neutralización, recuperación y reutilización, coagulación química.
Productos de fundición de hierro	Utilización de arena.	Concentración alta de sólidos suspendidos, principalmente arena, cal y carbón.	Cribado, secado de la arena.
Productos revestidos de metal	Retiro de óxido, limpieza y plateado de metales.	Ácidos, metales, tóxicos, material mineral.	Cloración alcalina de cianuro, reducción y precipitación de cromo, y precipitación de otros metales con cal.
Caucho	Lavado de látex caucho coagulado, impurezas del caucho crudo.	Concentración alta de materia oxidable por vía biológica y de sólidos suspendidos, pH variable, cloruros.	Aeración, clorinación, sulfonación, tratamiento biológico.
Vidrio	Pulido y limpieza del vidrio.	Color rojo, sólidos suspendidos alcalinos no sedimentables.	Precipitación.

Continúa

(Continuación)

Industria productora del efluente	Origen de los desechos	Características principales de los desechos	Tratamiento y métodos de disposición
Preservación de madera	Condensados.	Concentración alta de materia oxidable por vías biológica y química; sólidos, fenoles.	Coagulación química: laguna de oxidación y otro tratamiento biológico aeróbico.
Manufactura en madera	Lavado de gomas (cola).	Concentración alta de materia oxidable por vía biológica, fenoles.	Tanques de sedimentación, incineración.
Detergentes	Lavado y purificación de jabones y detergentes.	Concentración alta de materia oxidable por vía biológica y de jabones saponificados.	Flotación, precipitación con CaCl_2 , despumación
Plaguicidas	Lavado y purificación de productos como 2, 4D y otros.	Concentración alta de materia orgánica, de estructura aromática, tóxica a las bacterias y peces; ácidos.	Dilución, almacenamiento, absorción con carbón activado, cloración alcalina.
Plásticos y resinas	Preparación y uso del polímero, derrames y limpieza del equipo.	Ácidos, cáusticos, materia orgánica disuelta como fenoles, formaldehído.	Descarga al alcantarillado, reutilización, descargue controlado.

* Filtro percolador