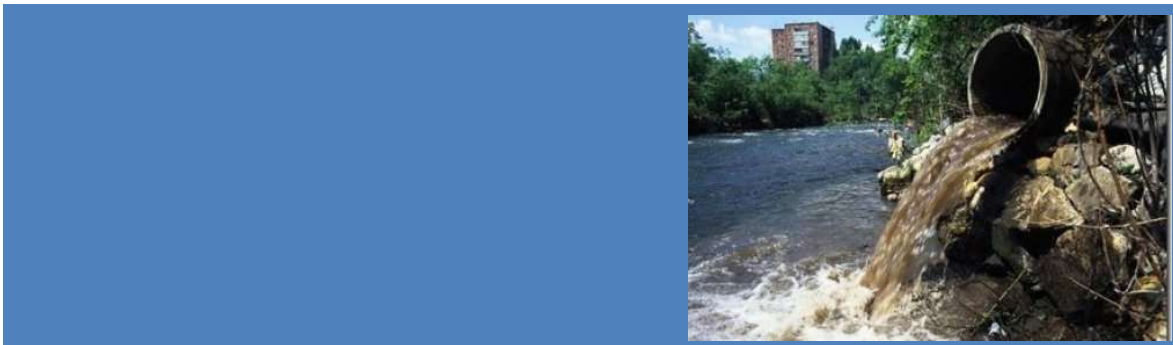


## EFLUENTES INDUSTRIALES



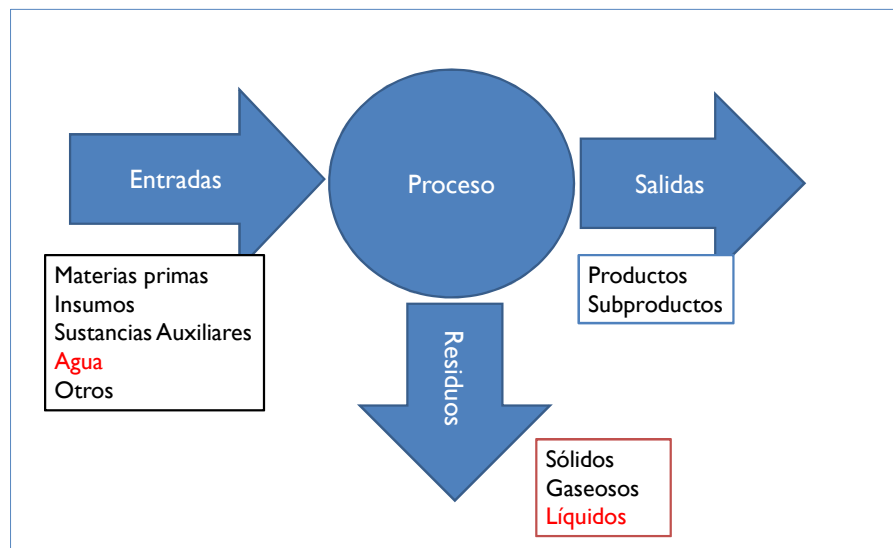
## Normativa en materia de seguridad e higiene del trabajo.

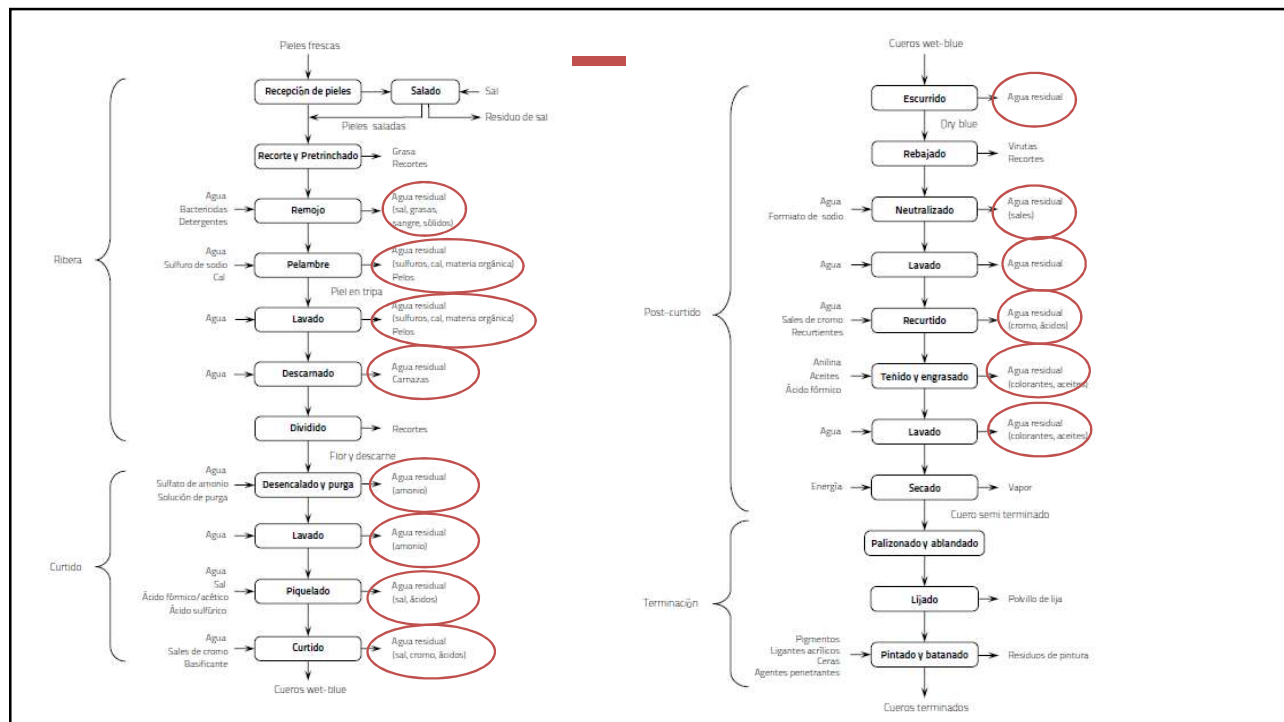
En el Decreto reglamentario 351/79 de la Ley 19.587, capítulo 7 establece las condiciones que deben cumplimentar los establecimientos en materia de Desagües Industriales:

1. Los efluentes industriales deberán ser recogidos y canalizados impidiendo su libre escurrimiento por los pisos y conducidos a un lugar de captación y alejamiento para su posterior evacuación. Los desagües serán canalizados por conductos cerrados cuando exista riesgo de contaminación.
2. Deberá evitarse poner en contacto líquidos que puedan reaccionar produciendo vapores, gases tóxicos o desprendimiento de calor, los que deberán canalizarse por separado.
3. Los conductos o canalizaciones deberán ser sólidamente construidos y de materiales acordes con la naturaleza fisicoquímica de los líquidos conducidos.
4. Los conductos no deberán generar desniveles en el piso de los lugares de trabajo, que obstaculicen el tránsito u originen riesgo de caída.
5. Los efluentes deberán ser evacuados a plantas de tratamiento según la legislación vigente en la zona de ubicación del establecimiento, de manera que no se conviertan en un riesgo para la salud de los trabajadores y en un factor de contaminación ambiental.
6. Donde existan plantas de tratamiento de efluentes, éstas deberán limpiarse periódicamente, debiendo tomarse las precauciones necesarias de protección personal con los trabajadores que la efectúen. Las zonas de las plantas de tratamiento que sean motivo de acceso humano periódico deberán ofrecer buenas condiciones de acceso, iluminación y ventilación.

## EFLUENTES LÍQUIDOS DEFINICIÓN

Toda residencia, institución pública o establecimiento comercial e **industrial** genera residuos, de forma periódica, producto de las actividades llevadas a cabo. La **fracción líquida** de los mismos se denomina efluente y es, esencialmente, el agua que se descarta una vez haya sido empleada para un uso particular.





## CLASIFICACIÓN DE LOS EFLUENTES. SEGÚN SU ORIGEN

- De proceso
- De limpieza
- De uso sanitario
- De servicios auxiliares
- De arrastre pluvial

## CARACTERÍSTICAS

- Las **características físicas** más importantes del agua residual son el contenido de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.
- El estudio de las **características químicas** de las aguas residuales se puede abordar en los siguientes cuatro puntos: 1) la materia orgánica, 2) la medición del contenido orgánico, 3) la materia inorgánica, y 4) los gases presentes en el agua residual.

## SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN

Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de barro y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático.

Parámetro más utilizado: Sólidos en suspensión totales (TSS)

## SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN



## GRASAS Y ACEITES

El hecho de que sean menos densos que el agua e inmiscibles con ella, hace que se difundan por la superficie, de modo que pequeñas cantidades de grasas y aceites pueden cubrir grandes superficies de agua. Además de producir un impacto estético, reducen la reoxigenación a través de la interfase aire-agua, disminuyendo el oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar, afectando a la actividad fotosintética y, en consecuencia, la producción interna de oxígeno disuelto. Encarecen los tratamientos de depuración, y algunos aceites, especialmente los minerales, suelen ser tóxicos.

El parámetro más utilizado: Sustancias Solubles en Éter Etilico (**SSEE**).

## GRASAS Y ACEITES



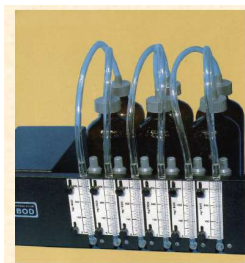
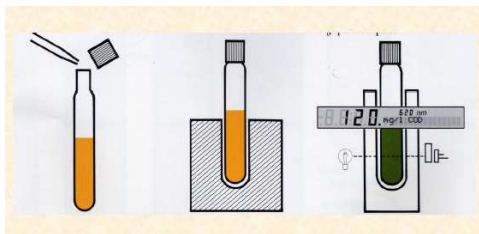
## MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE

Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos, grasas, la materia orgánica biodegradable se mide, en la mayoría de las ocasiones, en función de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y de la DQO (demanda química de oxígeno). Si se descargan al entorno sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.

## MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE



## DQO Y DBO



## NUTRIENTES

Tanto el nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Cuando se vierten al terreno en cantidades excesivas, también pueden provocar la contaminación del agua subterránea.

## NUTRIENTES





**CONTAMINANTES PRIORITARIOS**

Son compuestos orgánicos o inorgánicos determinados en base a su carcinogenicidad, mutagenicidad o toxicidad aguda conocida o sospechada. Muchos de estos compuestos pueden hallarse presentes en el agua residual.

**MATERIA ORGÁNICA REFRACTARIA**

Esta materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son los agentes tensoactivos, los fenoles y los pesticidas agrícolas.

**METALES PESADOS**

Los metales pesados son, frecuentemente, añadidos al agua residual en el curso de ciertas actividades comerciales e industriales, y puede ser necesario eliminarlos si se pretende reutilizar el agua residual.

**SÓLIDOS INORGÁNICOS DISUELTOS**

Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio y los sulfatos se añaden al agua de suministro como consecuencia del agua, y es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual.

**PATÓGENOS**

Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en las aguas residuales.

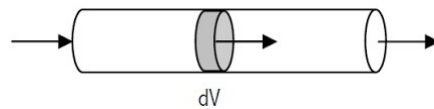
**MODELACIÓN****MEZCLA COMPLETA**

$$\frac{d(VC)}{dt} = Q_{in}C_{in} - Q_{out}C_{out} \pm rV$$

$$C_{ee} = \frac{C_{in}}{1 + k\tau}$$

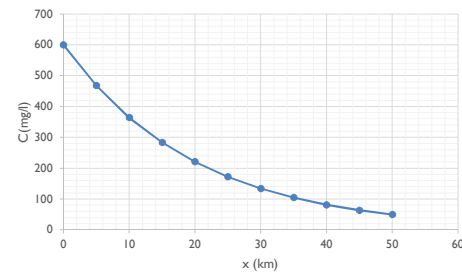
## MODELACIÓN

### FLUJO PISTÓN



$$\frac{dC}{dx} = -\frac{k}{u}C$$

$$C = C_0 \exp(-kx/u)$$



## LEGISLACIÓN

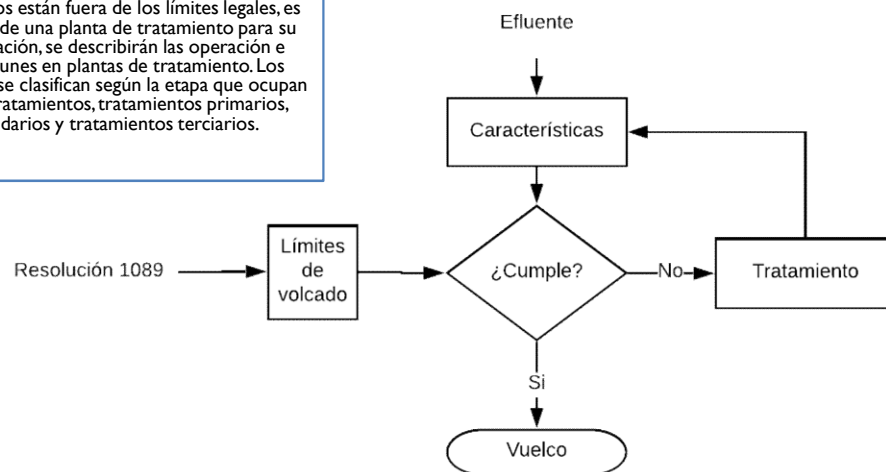
- En la provincia de Santa Fe, la reglamentación en materia de efluentes industriales se encuentra establecida en la resolución **1089/82**. En ella se establecen “...las condiciones a que deberá ajustarse el efluente y el proyecto, construcción, reparación, modificación, mantenimiento y contralor de funcionamiento de las instalaciones de que debe dotarse a aquellos inmuebles cuyos líquidos residuales requieran un tratamiento previo para alcanzar las condiciones de vuelco aceptables para su descarga a los cuerpos receptores.”

## TÍTULO A – COLECTORA CLOACAL (EJEMPLO)

Parámetro	Límite	Unidad
pH	6,5 - 8,5	
Aceites y grasas	200	mg/l
Sulfuros	2	mg/l
Total Sólidos Suspendidos	500	mg/l
DBO	300	mg/l
DQO	375	mg/l
Fenoles	500	ug/l
Hidrocarburos Totales	100	mg/l
Cianuros	100	ug/l
Detergentes	5	mg/l
Cromo	200	ug/l
Cadmio	200	ug/l
Plomo	500	ug/l
Mercurio	5	ug/l
Arsénico	500	ug/l

## TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES

Si los efluentes generados están fuera de los límites legales, es necesario la instalación de una planta de tratamiento para su adecuación. A continuación, se describirán las operación e instalaciones más comunes en plantas de tratamiento. Los sistemas de tratamiento se clasifican según la etapa que ocupan en el proceso en: Pretratamientos, tratamientos primarios, tratamientos secundarios y tratamientos terciarios.



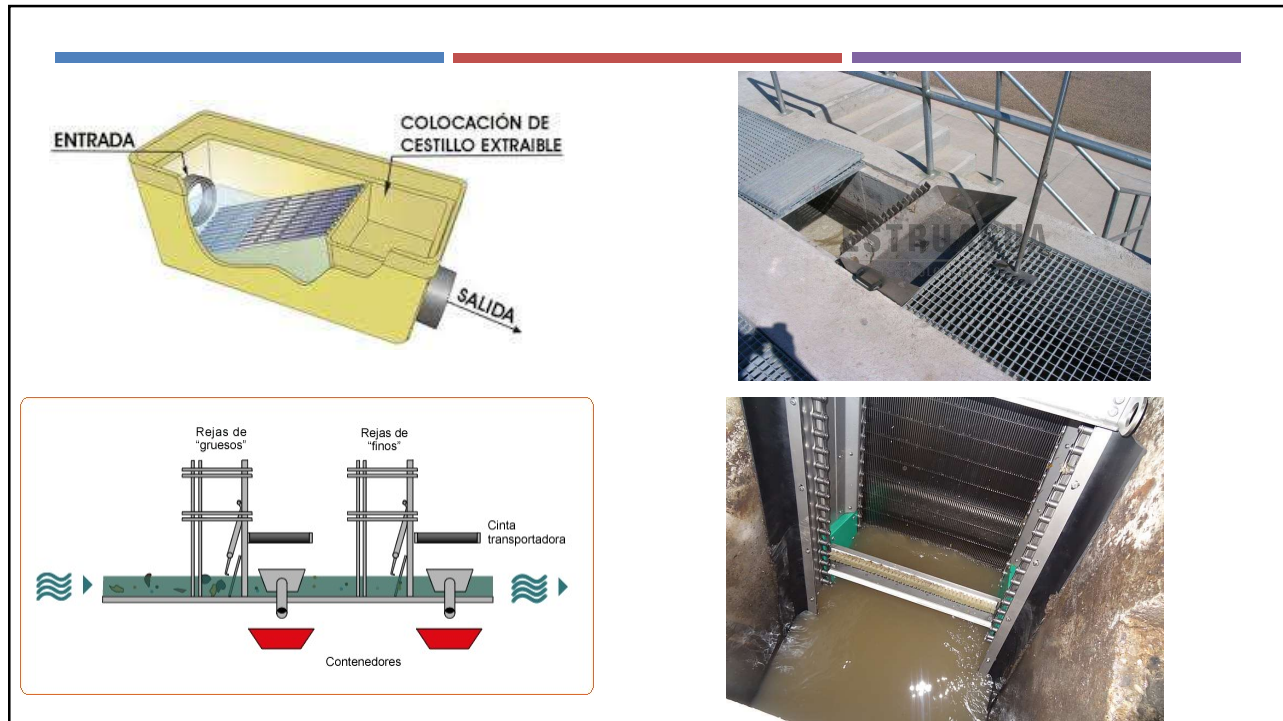
## ETAPAS

- **Pretratamiento**
- Tratamiento Primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento Terciario

## PRETRATAMIENTO

- **Desbaste**

Proceso a través del cual, se retiran sólidos que son de gran tamaño, por ejemplo, botellas, palos, bolsas, balones, llantas, etc. Con esto se evita tener problemas en la planta de tratamiento de aguas, ya que si no se retiran estos sólidos pueden llegar a tapar tuberías o dañar algún equipo.



## PRETRATAMIENTO

### ■ Desarenado

El objetivo de esta operación es eliminar todas aquellas partículas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión, y para evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguiente.

## PRETRATAMIENTO

### ■ Desarenado



## PRETRATAMIENTO

### ■ Desaceitado

El objetivo en este paso es eliminar grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el agua, que podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores.

El desaceitado consiste en una separación líquido-líquido, mientras que el desengrase es una separación sólido-líquido. En ambos casos se eliminan mediante insuflación de aire, para desemulsionar las grasas y mejorar la flotabilidad.

## PRETRATAMIENTO

- Desaceitado



## ETAPAS

- Pretratamiento
- **Tratamiento Primario**
- Tratamiento secundario
- Tratamiento Terciario

## TRATAMIENTO PRIMARIO

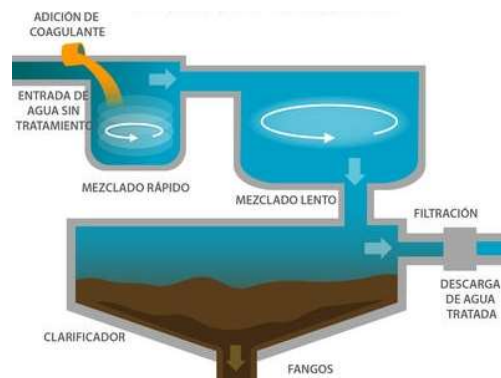
### ■ Coagulación - Floculación

La **coagulación** consiste en desestabilizar los coloides por neutralización de sus cargas, dando lugar a la formación de un floculo. La coagulación de las partículas coloidales se consigue añadiendo al agua un producto químico (electrolito) llamado coagulante. Normalmente se utilizan las sales de hierro (cloruro férrico) y aluminio.

La **floculación** trata la unión entre los flóculos ya formados con el fin de aumentar su volumen y peso de forma que puedan decantar. Consiste en la captación mecánica de las partículas neutralizadas dando lugar a un entramado de sólidos de mayor volumen. De esta forma, se consigue un aumento considerable del tamaño y la densidad de las partículas coaguladas, aumentando por tanto la velocidad de sedimentación de los flóculos.

## TRATAMIENTO PRIMARIO

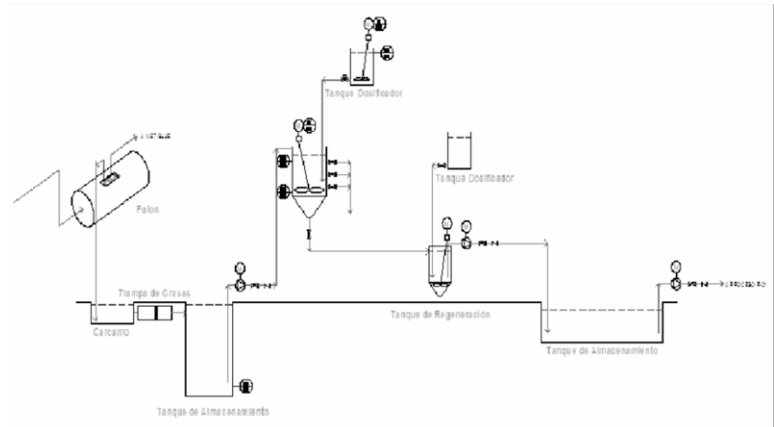
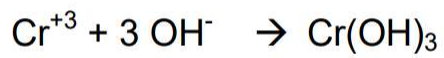
### ■ Coagulación - Floculación





## TRATAMIENTO PRIMARIO

### ■ Precipitación química



## ETAPAS

- Pretratamiento
- Tratamiento Primario
- **Tratamiento secundario**
- Tratamiento Terciario

## TRATAMIENTO SECUNDARIO

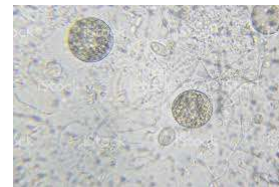
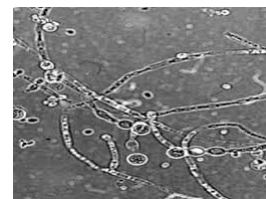
### ■ Procesos biológicos

El principal objetivo de estos procesos es la reducción de la concentración de compuestos orgánicos, así como también la eliminación de ciertos sólidos coloidales y nutrientes.

## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Procesos biológicos

La acción de una variedad de **microorganismos**, principalmente bacterias se utilizan para convertir la materia orgánica en diferentes gases y tejido celular. Como el peso del tejido celular es superior al del agua, se puede eliminar por decantación



## TRATAMIENTO SECUNDARIO

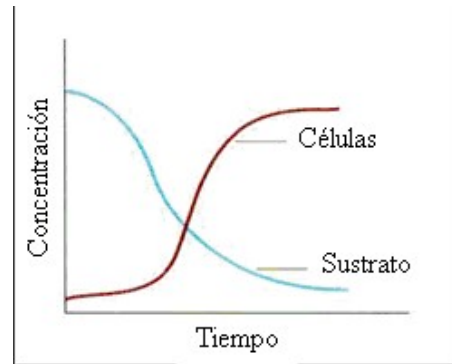
### ■ Procesos biológicos

$$r_g = \mu X \quad r_g = \frac{dX}{dt}$$

$$r_g = -Y r_{su} \quad r_{su} = \frac{dS}{dt}$$

$$\text{Monod: } \mu = \mu_m \frac{S}{K_s + S}$$

$$\frac{dX}{dt} = \mu_m \frac{S X}{K_s + S} \quad \frac{dS}{dt} = -\frac{\mu_m}{Y} \frac{S X}{K_s + S}$$



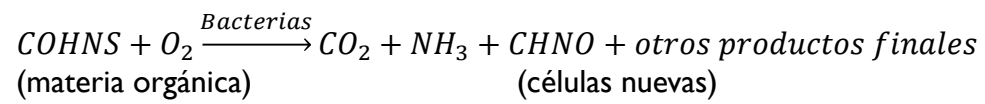
## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Procesos biológicos

- Procesos aeróbicos: Procesos que se dan en presencia de oxígeno
- Procesos anaeróbicos: Procesos que se dan en ausencia de oxígeno
- Cultivo en suspensión: Los microorganismos se mantienen en suspensión en el líquido
- Cultivo fijo: Los microorganismos se mantienen fijados a un medio inerte (piedras, cerámicos, plásticos, etc.)

## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Procesos aeróbicos



## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Barros activados



## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Filtros percoladores



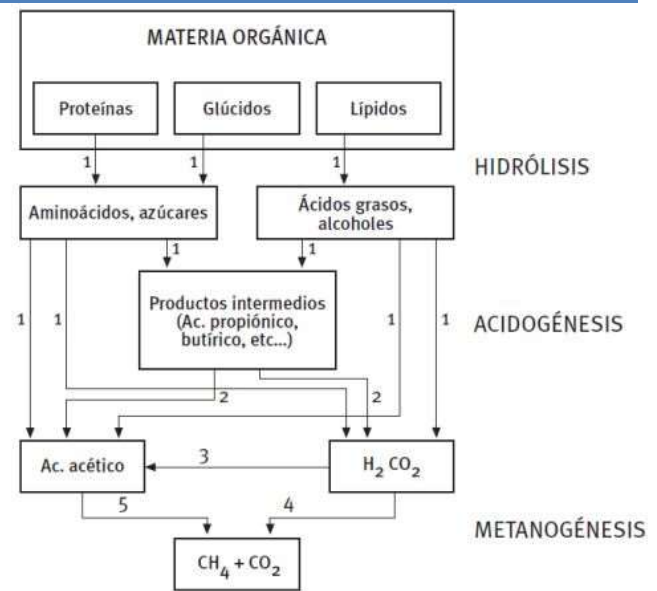
## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Biodiscos



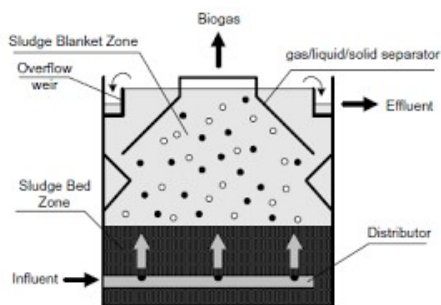
## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Procesos anaeróbicos



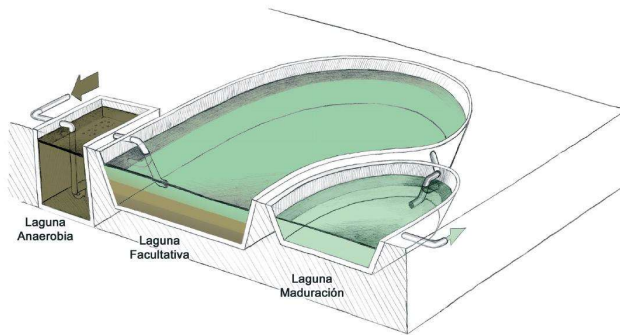
## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ UASB



## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Proceso de lagunas



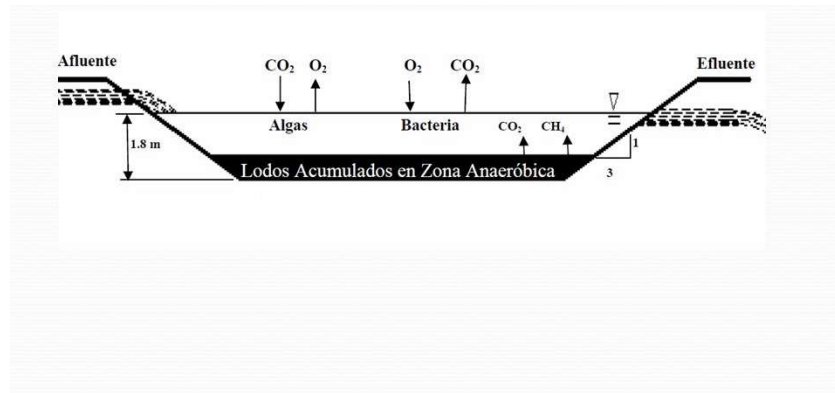
## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Lagunas anaerobias



## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Lagunas facultativas



## TRATAMIENTO SECUNDARIO

### ■ Lagunas aireadas





## ETAPAS

- Pretratamiento
- Tratamiento Primario
- Tratamiento secundario
- **Tratamiento Terciario**

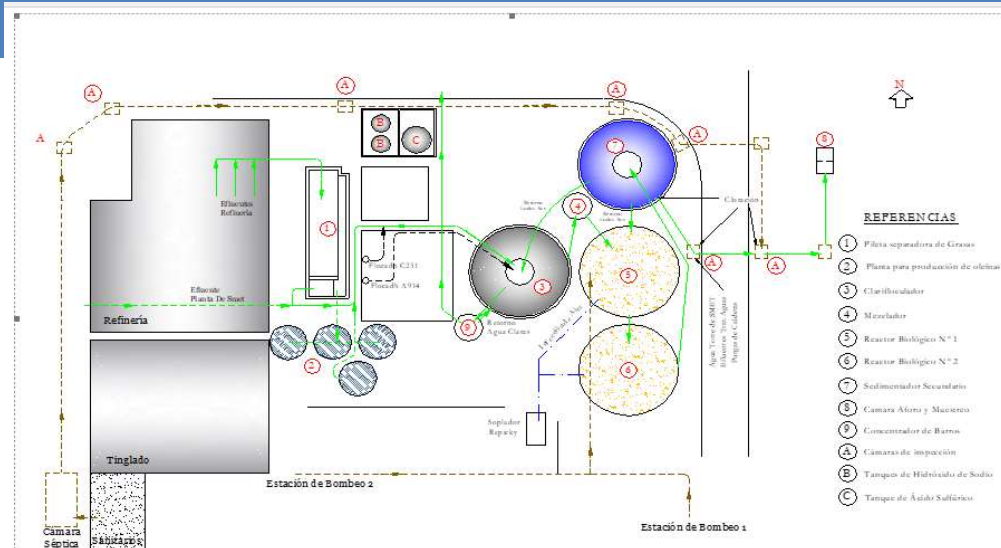
## TRATAMIENTO TERCIARIO

- Desinfección

CÁMARA DE CONTACTO PARA CLORACIÓN



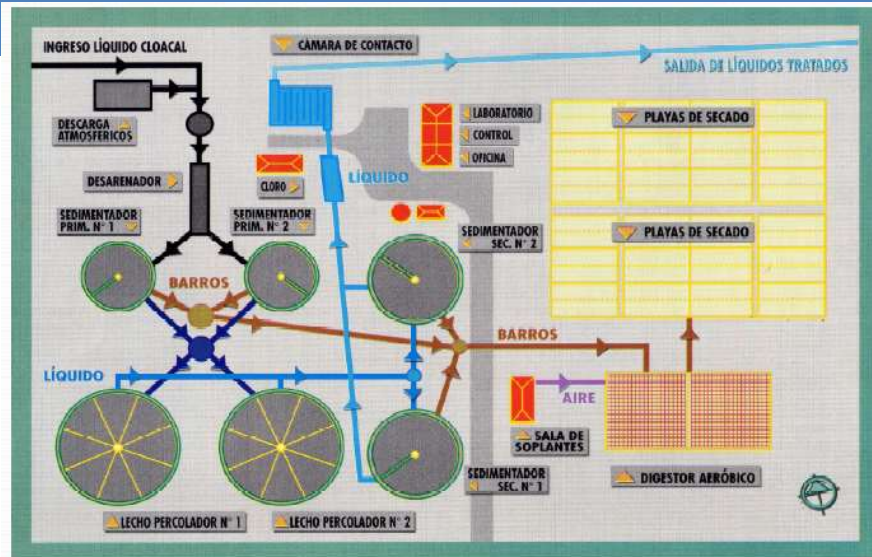
## PLANTA TRATAMIENTO ACEITERA



## PLANTA TRATAMIENTO ACEITERA



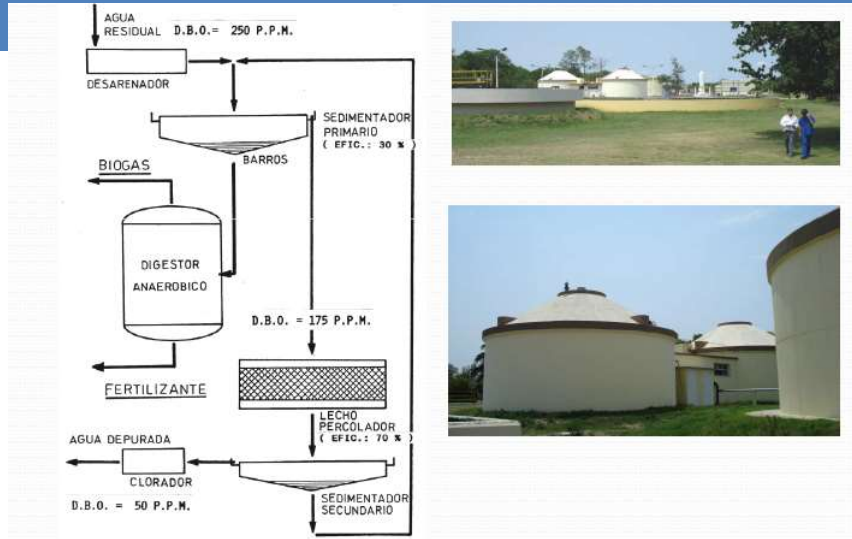
## PLANTA TRATAMIENTO EFLUENTES CLOCALES



## PLANTA TRATAMIENTO EFLUENTES CLOCALES



## PLANTA TRATAMIENTO EFLUENTES CLOCALES



## PLANTA TRATAMIENTO EFLUENTES CLOCALES





## CONDUCCIÓN DE EFLUENTES

### Por Gravedad

Permite que se transporte el agua desde el punto de captación de la fuente hasta el punto de interés, sin un bombeo mecanizado.

Se realiza desde un punto de mayor altura a uno de menor altura.

Fundamental para el diseño; pendiente y velocidad de flujo. Para evitar acumulación de sólidos y grasas y taponamientos.

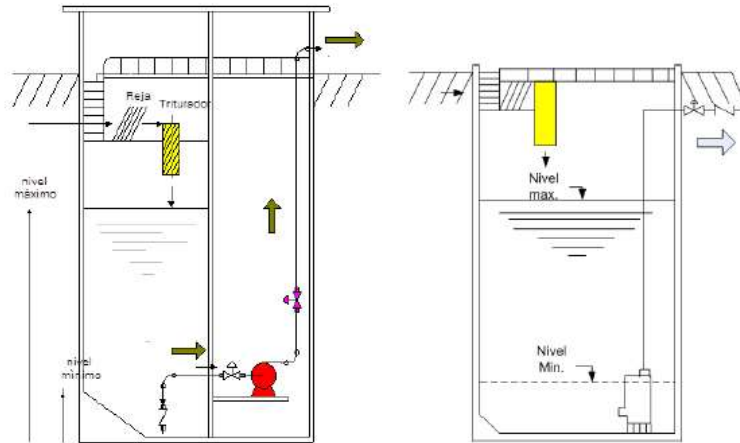
### Por Bombeo

Consistentes en estaciones de bombeo. Estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor.

Parámetros principales de diseño:  
Caudal, altura a elevar.

Consideraciones especiales:  
Viscosidad del efluente, para elección del tipo de bomba;  
Problemas habituales: cavitación, funcionamiento en seco, formación de burbujas de aire, golpe de ariete.

## CONDUCCIÓN DE EFLUENTES. ESTACIÓN ELEVADORA



## TOMA DE MUESTRAS

EFFECTOS DE LOS ERRORES COMETIDOS



## LUGAR

- Buena mezcla: Donde el agua corra más rápido o donde exista una caída.
- Espacio suficiente: Que el muestreador no toque el fondo de la tubería o las paredes.
- Posterior a una rejilla de gruesos.



## MOMENTO

- Evitar toma de muestras en días de lluvia. Para evitar efecto de dilución.
- Lo ideal es tomar muestras en distintos días y horarios, dependiendo del tipo de industria. Para evitar falsos resultados por picos de contaminación.

## TIPOS DE MUESTRA

- **Muestra simple:** La muestra simple es solo una muestra tomada en un instante. Es muy fácil de hacerla, ya que solamente se toma con un recipiente el agua de la tubería o de una caída. Además es rápido de tomarla. Tiene desventajas que solo indica la composición del agua en el instante en que fue tomada, además los errores durante el muestreo no son relativos.
- **Muestra compuesta:** La muestra compuesta es un término genérico que se le otorga a la mezcla de un número de muestras simples, tomadas durante un cierto periodo de tiempo. Se la usa para conocer las condiciones promedio del agua,

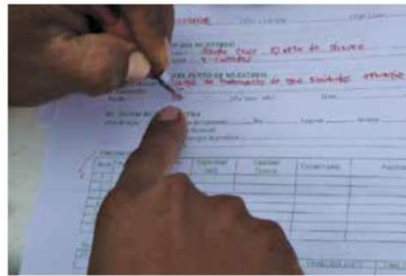
## TIPOS DE MUESTRA

- **Muestra cualificada:** La técnica cualificada (es un tipo de muestra compuesta) consiste en **5 muestras simples mezcladas y tomadas en por lo menos 8 minutos**; así cada muestra se toma en un intervalo de por lo menos 2 minutos.
- **Muestra para análisis microbiológico:** Si se quiere sacar una muestra para un análisis microbiológico se necesita un recipiente estéril. Se debe evitar llenar hasta el cuello del recipiente y se deben cerrar inmediatamente luego de tomada la muestra.



## METODOLOGÍA

- 1) Preparar equipos: Guantes, desinfectantes, muestreadores con recipiente limpio, hoja de documentación.
- 2) Elegir lugar adecuado.
- 3) Rellenar datos (sitio, fecha, hora, etc.) y etiquetar los frascos.
- 4) Tomar muestra. No llenar el frasco completamente.
- 5) Cerrar el frasco lo más pronto posible y ponerlo en una conservadora a temperatura fría y cerrarla.



## RECIPIENTES

- Para análisis de DBO, DQO, Nitratos, Sólidos suspendidos: Frascos de **vidrio o plástico**.
- Para análisis microbiológicos: Frasco **estéril**.
- Para análisis toxicológicos: (Plaguicidas, policlorados, aromáticos, etc.) Frasco de **vidrio color ámbar**.



## TRANSPORTE

- Precauciones:
  - Evitar caídas y derrames.
  - Condiciones de oscuridad y de temperatura entre 1 y 5°C.
  - Utilizar bolsas de gel o paquetes fríos como refrigerantes. El hielo puede derretirse y contaminar la muestra.