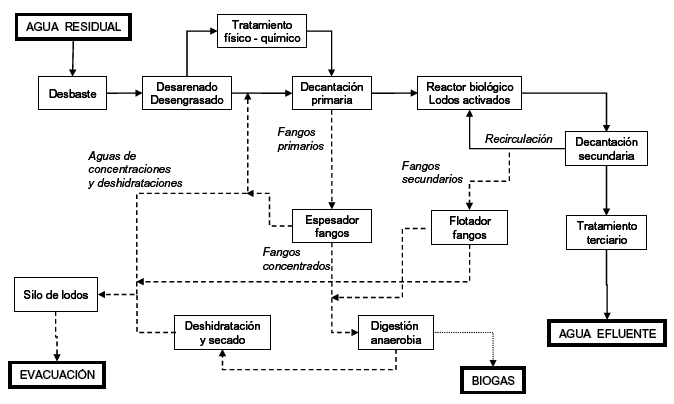
TRABAJO DE AGUA

## Esquema básico de un estación depuradora de aguas residuales (EDAR)



Depuración biológica por fangos activos

La **depuración biológica por fangos activos**, **lodos activados** o **barros activados** es un proceso biológico empleado en el [tratamiento de aguas residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales) convencional, que consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de [flóculo](http://es.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%B3culo_(ingenier%C3%ADa)" \o "Flóculo (ingeniería)) en un depósito agitado, aireado y alimentado con el agua residual, que es capaz de [metabolizar](http://es.wikipedia.org/wiki/Metabolismo) como [nutrientes](http://es.wikipedia.org/wiki/Nutriente) los contaminantes biológicos presentes en esa agua.

La agitación evita sedimentos y homogeneiza la mezcla de los flóculos bacterianos con el agua residual. La aireación requerida tiene por objeto suministrar el [oxígeno](http://es.wikipedia.org/wiki/Ox%C3%ADgeno) necesario tanto para las [bacterias](http://es.wikipedia.org/wiki/Bacteria) como para el resto de los microorganismos aerobios. El oxígeno puede provenir del aire, de un gas enriquecido en oxígeno o de oxígeno puro.

Este proceso puede ser considerado como de un proceso de [autodepuración](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Autodepuraci%C3%B3n&action=edit&redlink=1) acelerada, reforzada y controlada artificialmente. Los fenómenos que se presentan son exactamente los mismos que en los ríos o lagos naturales, pero en las balsas de aireación los organismos se agrupan apretadamente en un espacio reducido y en gran número.

El proceso de depuración se lleva a cabo por los microorganismos, que se desarrollan sobre la materia orgánica, y con la presencia requerida de nutrientes ([nitrógeno](http://es.wikipedia.org/wiki/Nitr%C3%B3geno) y [fósforo](http://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3sforo), así como otros oligoelementos). Este proceso biológico requiere de una cantidad determinada de materia orgánica, ya que cantidades excesivas de estos compuestos orgánicos, metales pesados y/o sales pueden inhibirlo o destruirlo; y cantidades reducidas de nutrientes pueden no ser suficientes para mantener el proceso.

Un proceso biológico de fangos activos se desarrolla habitualmente en dos cámaras separadas:

* Un [reactor biológico](http://es.wikipedia.org/wiki/Reactor_biol%C3%B3gico), tanque agitado, aireado y alimentado con el agua residual, en el que se produce la parte biológica del proceso;
* y un [decantador secundario](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Decantador_secundario&action=edit&redlink=1), tanque en el que sedimenta el fango producido, que es recirculado a la cabecera del tratamiento, y purgada para su eliminación la cantidad producida en exceso.

Estos procesos pueden desarrollarse en un único depósito, actuando alternativamente como reactor y como decantador.

Los [sistemas de lodo](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistemas_de_lodo&action=edit&redlink=1)[1](http://es.wikipedia.org/wiki/Depuraci%C3%B3n_biol%C3%B3gica_por_fangos_activos#cite_note-1) mecánicamente eliminar los sólidos y sedimentos destructiva de su barro, lo que resulta en la retención de líquidos, reducir el desgaste en el equipo, la agitación de barro más eficiente, el mantenimiento de limpieza eficiente, y un ambiente de trabajo más seguro.

1. **LODOS O FANGOS ACTIVADOS**

*2.1 PROCESO DE FANGOS ACTIVADOS*

2.1.1 DESARROLLO Y DESCRIPCIÓN

Este proceso fue desarrollado en Inglaterra en 1914 por Ardra y Lockett y su nombre proviene de la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar un residuo por vía aerobia. Existen diversas versiones del proceso original, en nuestro caso nos decantamos por el de "AEREACION PROLONGADA CON RECIRCULACION DE LODOS", proceso que tiene una gran aceptación en el tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades principalmente por su gran efectividad entre el 75 y el 95%, poca producción de lodo y sencillez en su funcionamiento.

2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Desde el punto de vista de funcionamiento, el tratamiento biológico de aguas residuales mediante el proceso de fangos activados, se realiza a través de un tanque o reactor biológico, donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión y se realiza la oxidación de la materia orgánica. El contenido del reactor se conoce con el nombre de "liquido mezcla".

El ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de difusores, que también sirve para mantener el líquido mezcla en estado de mezcla completa.

Al cabo de un periodo determinado de tiempo, la mezcla de las nuevas células con las viejas se conduce hasta un tanque de sedimentación para su separación del agua residual tratada.

Una parte de las células sedimentadas se recircula para mantener en el reactor la concentración de células deseada, mientras que la otra parte se purga del sistema (fango en exceso).

En el proceso de fangos activados, las bacterias son los microorganismos más importantes, ya que son los causantes de la descomposición de la materia orgánica del afluente. En el reactor, o tanque biológico, las bacterias aerobias o facultativas utilizan parte de la materia orgánica del agua residual con el fin de obtener energía para la síntesis del resto de la materia orgánica en forma de células nuevas.

El de aireación prolongada es una variante del proceso de flujo en pistón con recirculación, donde todas las partículas que entran en el reactor biológico permanecen en el interior del mismo durante idéntico periodo de tiempo.

El agua procedente del tratamiento primario: Arqueta de debaste, cámara de grasas, pasa al tanque de aireación donde es mezclada con aire disuelto que fluye por los difusores siendo uniforme este suministro de aire disuelto que fluye por los difusores siendo uniforme este suministro de aire a lo largo de toda la longitud del tanque. Durante el periodo de aireación se produce la absorción, floculación y oxidación de la materia orgánica. Los sólidos del fango activado se separan en un decantador secundario. Este proceso necesita de una carga orgánica reducida y un largo periodo de aireación

Leer más: <http://www.monografias.com/trabajos10/tratamie/tratamie.shtml#ixzz3GH52jJ3E>

**Tratamiento secundario**

El tratamiento secundario de las aguas residuales incluye la purificación biológica del agua. Estos procesos biológicos son un tipo biológico de crecimiento suspendido, como el lodo cloacal activado o un tipo de crecimiento adherido, como los filtros aeróbicos granulares o los contactores biológicos. Estos últimos, que generalmente son aplicables a operaciones de plantas de tamaño medio, consumen menos energía que el lodo activado. Los costos energéticos relacionados con cada una de estas opciones obviamente serán el factor decisivo para la selección final.

El tratamiento secundario consume mucha más energía que el primario, por lo que las mejoras en eficiencia pueden representar ahorros bastante altos en costos. Por ejemplo, los dispositivos de aireación, como toberas, difusores o agitadores mecánicos, que proporcionan oxígeno a los microorganismos y mezclan el lodo de las aguas residuales, consumen grandes cantidades de energía.

La opción de dispositivos de agitación deberá considerarse en forma cuidadosa. Los difusores de burbujas pequeñas tienden a ser más eficientes en cuestión de energía que los de burbujas grandes, porque las burbujas pequeñas transfieren mayor cantidad de oxígeno. La conversión de los difusores de burbujas grandes o agitadores en un sistema de burbujas pequeñas, deberá disminuir al menos en un 25% los costos energéticos de la aireación del drenaje. Sin embargo, los difusores de burbujas pequeñas necesitan más mantenimiento que los de burbujas grandes, para conservarlos limpios y operando a su máxima eficiencia. En una planta, el tipo y composición de las aguas residuales indicará la mejor opción.

Existen otras medidas que pueden tomarse para mejorar la eficiencia del tratamiento secundario:

* *Instalar sistemas de control de la aireación.* Estos sistemas optimizan el desempeño del tratamiento del agua, mediante el control y ajuste de la cantidad de aire introducido en las cuencas de aguas residuales.
* *Considerar el uso de una fosa de oxidación*, cuando la planta opere con un sistema de laguna. Los sistemas de fosa de oxidación se consideran eficientes y fáciles de operar y no hacen ruido ni crean problemas de olor. En los sistemas de laguna, a diferencia de los sistemas de tanques, deberá tenerse cuidado de no contaminar los acuíferos, los lagos o los ríos.
* *Optimizar el flujo del agua*, cuando la planta tenga filtros aeróbicos granulares que requieren que las aguas residuales sean recirculadas a través del filtro. La recirculación de las aguas residuales puede reducirse cuando la carga de una planta es más baja, por ejemplo, durante la noche. Sin embargo, las tasas de flujo deben ser adecuadas para mantener el crecimiento de las bacterias.
* *Reducir el agua en el lodo cloacal secundario,* para minimizar el bombeo y los costos de disposición final de los desechos.
* Si se está considerando el lodo cloacal activado de aireación prolongada, *también deberá evaluarse la opción de lodo cloacal activado convencional,* porque la aireación prolongada necesita tanques de aireación cuatro a seis veces más grandes que el sistema convencional, consumiendo cuatro a seis veces más energía.
* Si existe terreno disponible y el sistema de estanque es una opción a considerar, es importante hacer notar que los estanques facultativos y anaeróbicos no consumen energía, mientras que los estanques aireados necesitan alrededor de 3 a 6 kWh/m3.

Después de los tratamientos primario y secundario, los sólidos retirados del agua o del lodo cloacal por lo general requieren un procesamiento adicional, lo que ofrece nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia. Varios métodos de tratamiento del lodo cloacal presentan diversas opciones, como la deshidratación, la digestión, la estabilización, el secado por aire y la incineración, y el espesamiento. En la deshidratación, los diferentes sistemas como son los filtros prensa, centrífugas y filtros al vacío representan diferentes costos de energía y mantenimiento. La planta necesitará evaluar las ventajas y desventajas que existen entre los costos de energía, operaciones, mantenimiento y disposición final de los desechos. La incineración, otra opción de procesamiento, puede reducir considerablemente el volumen en la disposición final del lodo cloacal. Sin embargo, si se opta por la incineración, deberán adoptarse controles para la contaminación del aire, con el fin de evitar la degradación de los recursos de agua, que puede resultar cuando los contaminantes en el aire se depositan en el agua subterránea que ha subido a la superficie.

***TRATAMIENTOS SECUNDARIOS***:  el objetivo de este tratamiento es remover la demanda biológica de oxígeno (DBO) soluble que escapa a un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de sólidos sedimentables.

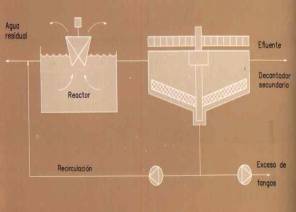
El tratamiento secundario intenta reproducir los fenómenos naturales de estabilización de la materia orgánica, que ocurre en el cuerpo receptor.  La ventaja es que en ese proceso el fenómeno se realiza con más velocidad para facilitar la descomposición de los contaminantes orgánicos en períodos cortos de tiempo.  Un tratamiento secundario remueve aproximadamente 85% de la DBO y los SS aunque no remueve cantidades significativas de nitrógeno, fósforo, metales pesados, demanda química de oxígeno (DQO) y bacterias patógenas.

Además de la materia orgánica se va a presentar gran cantidad de microorganismos como bacterias, hongos, protozoos, rotíferos, etc, que entran en estrecho contacto con la materia orgánica la cual es utilizada como su alimento.  Los microorganismos convierten la materia orgánica biológicamente degradable en CO2 y H2O y nuevo material celular.  Además de estos dos ingredientes básicos microorganismos – materia orgánica biodegradable, se necesita un buen contacto entre ellos, la presencia de un buen suministro de oxígeno, aparte de la temperatura, PH y un adecuado tiempo de contacto.

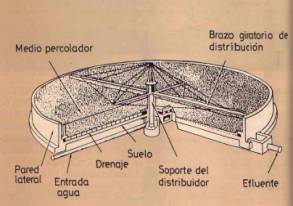
Para llevar a efecto el proceso anterior se usan varios mecanismos tales como: lodos activados, biodisco, lagunaje, filtro biológico.

1. *LODOS ACTIVADOS*:  es un tratamiento de tipo biológico en el cual una mezcla de agua residual y lodos biológicos es agitada y aireada.  Los lodos biológicos producidos son separados y un porcentaje de ellos devueltos al tanque de aireación en la cantidad que sea necesaria.  En este sistema las bacterias utilizan el oxígeno suministrado artificialmente para desdoblar los compuestos orgánicos que a su vez son utilizados para su crecimiento.

A medida que los microorganismos van creciendo se aglutinan formando los lodos activados; éstos más el agua residual fluyen a un tanque de sedimentación secundaria en donde sedimentan los lodos.  Los efluentes del sedimentador pueden ser descargados a una corriente receptora; parte de los lodos son devueltos al tanque con el fin de mantener una alta población bacterial para permitir una oxidación rápida de la materia orgánica.

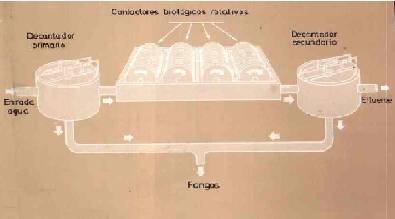


1. *BIODISCO*:  es tan eficaz como los lodos activados, requiere un espacio mucho menor, es fácil de operar y tiene un consumo energético inferior.  Está formado por una estructura plástica de diseño especial, dispuesto alrededor de un eje horizontal.  Según la aplicación puede estar sumergido de un 40 a un 90% en el agua a tratar, sobre el material plástico se desarrolla una película de microorganismos, cuyo espesor se autorregula por el rozamiento con el agua, en la parte menos sumergida, el contacto periódico con el aire exterior es suficiente para aportar el oxígeno necesario para la actividad celular.
2. *LAGUNAJE:*  el tratamiento se puede realizar en grandes lagunas con largos tiempos de retención (1/3 días) que les hace prácticamente insensibles a las variaciones de carga, pero que requieren terrenos muy extensos.  La agitación debe ser suficiente para mantener los lodos en suspensión excepto en la zona más inmediata a la salida del efluente.

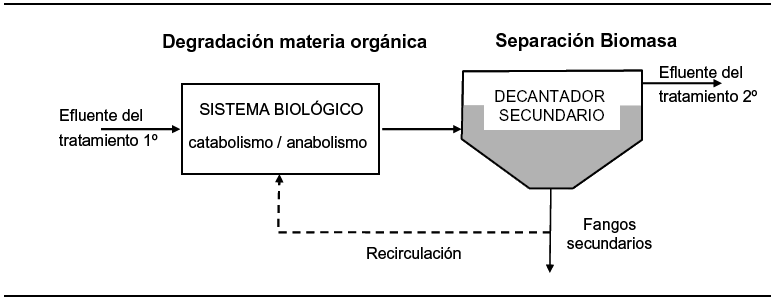


1. *FILTRO BIOLÓGICO*:  está formado por un reactor, en el cual se ha situado un material de relleno sobre el cual crece una película de microorganismos aeróbicos con aspecto de limos .

La altura del filtro puede alcanzar hasta 12m.  El agua residual se descarga en la parte superior mediante un distribuidor rotativo cuando se trata de un tanque circular.  A medida que el líquido desciende a través del relleno entra en contacto con la corriente de aire ascendente y los microorganismos.  La materia orgánica se descompone lo mismo que con los lodos activados, dando más material y CO2.



## Esquema básico del un tratamiento secundario biológico



PREGUNTA 3: AIREACION EN EL TRATAMIENTO DE AGUA

La aireación con una turbina proporciona oxígeno a las aguas residuales

|  |
| --- |
| La aireación **de las aguas residuales**es necesaria para proporcionar [**oxígeno**](http://www.lenntech.es/periodica/elementos/o.htm)al efluente que se quiere tratar. [Lenntech](http://www.lenntech.es/home-esp.htm) proporciona estos sistemas, que se fijarán a una base de cemento o de metal, y los sistemas flotantes para las charcas y las plantas de tratamiento de aguas residuales. Los airadores de turbina están disponibles en velocidad baja (36 RPM) y alta (1420 RPM), la energía del motor se extiende de 1,5 kilovatios a 110 kilovatios.  La ventaja de los aireadores de turbina es que además de airear el agua también la mezclan, manteniendo los medios homogéneos. |
|

Read more: <http://www.lenntech.es/aireacion-del-agua-inutil.htm#ixzz3GHBHnmns>

Por: Ing. Michael Castro Solís

La aireación puede ser utilizada en actividades como la acuicultura, remoción de sustancias volátiles de una corriente líquida, tratamiento de aguas residuales entre otras. La aireación en tratamiento de aguas residuales es la que nos interesa comentar, esto para entender las capacidades operativas de los equipos de aireación existentes y así tener un buen criterio de selección y uso de los aireadores.

El uso de la aireación en el tratamiento de aguas residuales es bastante común, este puede ser utilizado en sistemas de lodos activados, tanque de homogenización, lagunas aireadas. Cada una de las aplicaciones anteriores buscan como es natural, la transferencia del oxígeno del ambiente a la fase líquida, si bien es cierto este es el propósito principal de la aireación, también pueden lograrse  dependiendo otros objetivos como: mezclado, suspensión de sólidos, enfriamiento o calentamiento del agua a tratar; además de la disolución de los gases en el líquido.

Para la selección de un equipo de aireación para aguas residuales, es necesario tomar en cuenta primero cuál es la demanda de oxígeno del proceso para poder escoger un sistema que alcance el rendimiento deseado sin exceder la demanda energética razonable, ya que si se desea, las tecnologías actuales tienen una gama amplia de equipos que  permiten alcanzar valores altos de transferencia de oxígeno pero sin olvidar que dicha eficiencia viene acompañada de un consecuente aumento de la demanda energética, demanda que puede tal vez no justificar el beneficio que la unidad de tratamiento está generando en la calidad del agua, lo que lo hace poco rentable.

En segunda instancia, es necesario considerar en qué grado es necesaria la mezcla, la suspensión de sólidos y/o transferencia de calor entre las corrientes, condiciones que dependen de manera muy específica de la unidad de tratamiento y de las características del diseño hidráulico. Incluso el efecto de la mezcla en las características de la biomasa en el caso de lagunas y lodos activados, el uso de equipos que la sometan a esfuerzos cortantes altos, pueden causar problemas en la sedimentabilidad de la biomasa.

**Clasificación de sistemas de aireación.**

De manera muy general podemos clasificar los sistemas de aireación de acuerdo a la forma en la que incorporan el aire en la fase líquida, es decir en como promueven el contacto de las fases aire-líquido para generar la fuerza motriz de la difusión del oxígeno hacia el líquido, pueden ser de tres tipos:

* Mecánicos
* Difusión
* Híbridos

Los sistemas mecánicos, utilizan el aire como la fase continua, el agua como la fase discontinua, los sistemas de aireación mecánicos, dispersan el agua (fase discontinua), en el aire (fase continua), la capacidad de transferencia en este caso está en función del tamaño de las gotas del líquido disperso, del tiempo de residencia (altura) y la capacidad de bombeo (masa de líquido dispersa por unidad de tiempo).

Los sistemas mecánicos se pueden sub-clasificar en

* Sistemas de aireación mecánica de baja velocidad.
* Sistemas de aireación mecánica de alta velocidad.

Los*sistemas de baja velocidad*o también*llamados de flujo radial* están compuestos por un elemento rotativo que se asemeja a un agitador, debido a que trabaja a baja velocidad (20-100 rpm) pero muy alta torsión es grande y robusto, su geometría es variada, su forma lo hace poco hidrodinámico teniendo alta resistencia a la rotación dentro del agua, pero el vencimiento de esta resistencia es la que genera la dispersión y la mezcla.

El hecho de tener pares de torsión altos por la resistencia del rotor exige la colocación de cajas de reducción para los motores, para mantenerlos en un ámbito normal de revoluciones, así como sistemas fijos de anclaje, ya sea ajustado a las paredes del tanque o puentes anclado. Su mantenimiento e instalación es más costosa debido a que tiene más partes móviles que los de alta velocidad y además esta sometidos a esfuerzos y vibraciones mayores, lo que causa mayor frecuencia de fallas en rodamientos y engranajes.

Entre sus bondades esta le buena mezcla, la alta capacidad de bombeo, su extendido radio de mezcla y suspensión de sólidos, lo que lo hace apto para lagunas aireadas con sólidos totalmente suspendidos y lodos activados.

**Datos de sistemas de baja velocidad.**

* Peso:  (43-5000)kg
* Consumo: (1,1-150) kW
* Caudal Nominal: (2,3- 150) kgO2/h
* Caudal:(540-16.920) m3/h

Los sistemas de *alta velocidad* o también denominados de *flujo axial,* estos operan a la velocidad de giro de los motores eléctricos (900-1800 rpm), por lo que no requieren de moto-reductores, están provistos de propelas marinas o tornillos, con tamaños más pequeños si se comparan con los de baja velocidad, su  funcionamiento es homólogo al de una bomba, en este caso bombeando  hacia la atmosfera (aire la fase continua), en algunos casos tiene un tubo axial que aumenta la profundidad de succión, intentando de esta manera mantener la mejor mezcla y suspensión de sólidos, es necesario destacar que los sistemas de alta velocidad no tiene tan buena mezcla ni suspenden sólidos con tanta eficiencia como los sistemas de baja velocidad**.**

Sí ofrecen ventajas operativas ya que al no trabajar con pares de torsión altos, al ser mecánicamente más sencillos, son más livianos, no requieren de sistemas de anclaje robustos, incluso se puede considerarse como un equipo portátil, la mayoría de ellos flotan en los tanque o lagunas, con lo que su configuración puede ser cambiada de manera fácil y rápida.

A pesar de tener una mezcla y suspensión de sólidos  no tan eficiente como otros sistemas, su fácil mantenimiento y su capacidad de transferencia de oxígeno competitiva si se compara con los sistema de baja velocidad, el valor del consumo eléctrico y la ventaja operativa los hace una opción que prevalece y puede ser utilizada en lagunas parciamente mezcladas  y lodos activados.

**Datos de sistemas de alta velocidad**

* Consumo:(0.75-112) kW
* Capacidad Nominal:(8-110) kgO2/h
* Caudal de Circulación:(456-5020) m3/h

Los *difusores*, de manera contraria tiene una fase continua líquida y una discontinua gaseosa, análogamente la capacidad de transferencia depende del tamaño de las burbujas de gas dentro del líquido, tiempo de retención (altura de la columna de líquido), capacidad de bombeo (masa de aire difundida dentro del líquido).

Se pueden clasificar por:

El tipo de Medio Poroso

* Cerámicos
* Plásticos Porosos y Rígidos
* Membranas

Por la configuración del medio.(Forma)

Plato o Disco

* Planos
* Tubo
* Domo
* Orificio
* Jets

La gama de sistemas de difusores es bastante amplia, son sistemas muy flexibles a las necesidades de consumo de oxígeno, las redes de difusores así como el tamaño de la burbuja, pueden ser configurados según el diseño de la planta, claro, no se debe olvidar que a pesar de que las posibilidades de transferir mucho oxígeno técnicamente es posible, la generación de burbujas pequeñas implica altas caídas de presión y por tanto consumos de energía muy altos. Por eso si se decide utilizar los difusores es necesario afinar los cálculos de diseño y evitar el sobre o sub dimensionamiento de la red de difusores.

En la operación, por encontrarse sumergido, representa una dificultad técnica para el mantenimiento de las redes de tubería y difusores. Una redes de difusores bien distribuidos genera una buena mezcla, con una ventaja sobre los sistemas mecánicos, que no ejerce esfuerzos cortantes altos sobre el líquido y sus sólidos, propiedad que lo hace idóneo para la aireación de lodos activados, debido que no destruye el floc biológico haciéndolo sedimentable. También pueden ser utilizados en tanque de homogenización como pre-aireación, proporcionan mezcla y evitan los malos olores.

Los sistemas híbridos pueden reunir características de los dos sistemas anteriores, los equipos disponibles con estas características son bastante amplios por lo que el funcionamiento de estos es variado y ajustable a necesidades muy específicas; hay que hacer notar que estos equipos al atender necesidades muy específicas, por lo general están diseñados para maximizar ya sea transferencia o la mezcla u otras características, ofreciendo rendimientos muy altos para una característica específica, pero sacrificando otros aspectos.

Es por eso que resulta indispensable realizar un estudio detenido y asesorarse con conocedores en el tema cuando se desea realizar la compra o instalación de un equipo de aireación para los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

RESPUESTA 4: FORMACION DE METANO EN LA DIGESTION ANAEROBICA

La **digestión anaeróbica** es el proceso en el cual [microorganismos](http://es.wikipedia.org/wiki/Microorganismos) descomponen material [biodegradable](http://es.wikipedia.org/wiki/Biodegradable) en ausencia de [oxígeno](http://es.wikipedia.org/wiki/Ox%C3%ADgeno). Este proceso genera diversos gases, entre los cuales el [dióxido de carbono](http://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono) y el [metano](http://es.wikipedia.org/wiki/Metano) son los más abundantes (dependiendo del material degradado). En [biodigestores](http://es.wikipedia.org/wiki/Biodigestor" \o "Biodigestor) se aprovecha esta liberación de gases para luego ser usados como [combustible](http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible). La intensidad y duración del proceso anaeróbico varían dependiendo del diversos factores, entre los que se destacan la [temperatura](http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura) y el [pH](http://es.wikipedia.org/wiki/PH) del material biodegradado.  
La digestión anaerobia (DA) es un proceso multietapas que puede ser resumido en 4 etapas,

* En la primera se debe hidrolizar los compuestos de mayor peso molecular, tanto los disueltos como los no disueltos, por medio enzimas (por ejemplo, amilasas y proteasas), en esta primera etapa se hidrolizan polímeros tales como polisacáridos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, formándose los correspondientes oligómeros y monómeros (azúcares, alcoholes, ácidos grasos, glicerol, polipeptidos, aminoácidos, bases púricas, y compuestos aromáticos).
* La segunda etapa la llevan a cabo bacterias acidogénicas que transforman los oligómeros y monómeros a ácidos grasos volátiles (ácidos: acético, propiónico, butírico y valérico principalmente)
* Las bacterias acetogénicas en la tercera etapa transforman a los ácidos grasos volátiles (AGV) a ácido acético, para que a su vez las bacterias metanogénicas acetoclastas,
* En la última etapa, los transformen a metano (CH4) y bióxido de carbono (CO2), en esta cuarta etapa participan también las bacterias hidrogenotróficas, que mantienen el equilibrio del hidrógeno (H2) en el medio, utilizándolo para reducir el CO2 a CH4.

## Proceso[[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Digesti%C3%B3n_anaer%C3%B3bica&action=edit&section=2" \o "Editar sección: Proceso)]

Muchos [microorganismos](http://es.wikipedia.org/wiki/Microorganismos) afectan la digestión anaerobia, incluyendo las bacterias que forman [ácido acético](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_ac%C3%A9tico) y los archaea que forman metano. Estos organismos producen ciertos procesos químicos al convertir la biomasa a biogas.

El oxígeno en forma de gas se excluye de la reacción por contención física. Se utilizan otros aceptadores de electrones de otras fuente que no sean oxígeno gaseoso. Estos pueden ser materia orgánica en sí o pueden ser óxidos inorgánicos ingresados a las corrientes de entrada. Cuando la fuente de oxígeno en un sistema anaerobio se deriva de un material orgánico, los subproductos finales de la reacción son alcoholes, aldehídos y ácidos orgánicos primarios y además dióxido de carbono. En la presencia de ciertos productores de metano, los intermediarios se convierten en metano, dióxido de carbono y trazas de ácido sulfhídrico. En un sistema anaerobio la mayor parte de la energía química almacenada en las materias primas se libera por bacterias generadoras de metano en forma de metano.

Poblaciones de microorganismos anaerobios, normalmente, tardan un periodo de tiempo significativo en establecerse para ser totalmente efectivos. Por ello, lo común es introducir microorganismos anaerobios de materiales con poblaciones ya existentes, este proceso se conoce como sembrar los digestores, se acompañan normalmente con fango de drenaje o estiércol líquido.

## Etapas del proceso[[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Digesti%C3%B3n_anaer%C3%B3bica&action=edit&section=3" \o "Editar sección: Etapas del proceso)]

Hay cuatro procesos biológicos y químicos elementales en los procesos de digestión anaerobia.

1. [Hidrólisis](http://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3lisis)
2. Acidogénesis
3. Acetogénesis
4. Metanogénesis

En la mayoría de los casos la biomasa se hace de enormes [polímeros](http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmeros) orgánicos. Para que las bacterias en digestores anaerobios tengan acceso a la energía potencial de este material las cadenas deben ser rotas a partes más pequeñas. Estas partes, llamadas [monómeros](http://es.wikipedia.org/wiki/Mon%C3%B3meros), como los azúcares ya están preparadas para las demás bacterias. El proceso de rompimiento de estas cadenas y su disolución en moléculas más pequeñas se llama hidrólisis. Por eso la hidrólisis de estas enormes cadenas es el primer paso para la digestión anaerobia. A través de la hidrólisis las complejas moléculas orgánicas se parten a azúcares, amino ácidos y ácidos grasos simples.

El [acetato](http://es.wikipedia.org/wiki/Acetato) y el hidrógeno producidos en las primeras etapas puede ser usado directamente por bacterias generadoras de metano. Otras moléculas como ácidos grasos volátiles con una longitud de cadena mayor a la del acetato deben pasar por un proceso de catabolización para ser transformados a compuestos que pueden ser usados por bacterias productoras de metano.

El proceso biológico de acidogénesis resulta de la ruptura de los componentes restantes por bacterias generadoras de ácido (fermentativas). Aquí los ácidos grasos volátiles se crean junto con amoniaco, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico y otros subproductos. El proceso de acidogénesis es similar al proceso en el que la leche se vuelve agria.

La tercera etapa de la digestión anaerobia es la acetogénesis. En ésta las moléculas que se crearon por la acidogénesis son digeridos por bacterias productoras de acetatos, para producir en su mayor parte, ácido acético, como [dióxido de carbono](http://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono) e [hidrógeno](http://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3geno). La etapa final de la digestión anaerobia es el proceso biológico de la metanogénesis. Aquí las bacterias productoras de metano usan los productos intermedios de las etapas previas y los convierten en metano, dióxido de carbono y agua. Estos componentes son la mayoría del biogas emitido por el sistema. La metanogénesis es sensible a [pHs](http://es.wikipedia.org/wiki/PH" \o "PH) altos y bajos y ocurre entre [pHs](http://es.wikipedia.org/wiki/PH" \o "PH) de 6.5 y 8. Los materias no digeribles para las bacterias que quedan y cualquier bacteria muerta permanecen como una parte de lo digerido.

## Aplicación al tratamiento de aguas servidas[[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Digesti%C3%B3n_anaer%C3%B3bica&action=edit&section=4" \o "Editar sección: Aplicación al tratamiento de aguas servidas)]

La **oxidación anaeróbica** o **biodigestión anaeróbia** se define como aquella en que la descomposición se ejecuta en ausencia de [oxigeno](http://es.wikipedia.org/wiki/Oxigeno) disuelto y se usa el oxígeno de compuesto orgánicos, [nitratos](http://es.wikipedia.org/wiki/Nitrato) y [nitritos](http://es.wikipedia.org/wiki/Nitrito), los [sulfatos](http://es.wikipedia.org/wiki/Sulfato) y el CO2, como aceptador de electrones.

En el proceso conocido como desnitrificación de las aguas servidas, los nitratos y nitritos son usados por las [bacterias facultativas](http://es.wikipedia.org/wiki/Bacteria_facultativa), en condiciones anóxicas, condiciones intermedias, con formación de CO2, agua y nitrógeno gaseoso como productos finales.[1](http://es.wikipedia.org/wiki/Digesti%C3%B3n_anaer%C3%B3bica#cite_note-1)

El uso de los sulfatos y el CO2 como aceptadores de electrones requiere condiciones estrictamente anaeróbicas, es decir ausencia de oxígeno y nitratos. Los carbohidratos contienen oxígeno que puede ser usado como aceptador de electrones; una porción del carbohidrato es oxidado con CO2 y ácidos orgánicos mientras que otra porción es reducida en [aldehídos](http://es.wikipedia.org/wiki/Aldeh%C3%ADdo" \o "Aldehído),[cetonas](http://es.wikipedia.org/wiki/Cetona) y [alcoholes](http://es.wikipedia.org/wiki/Alcohol). Prácticamente, la descomposición anaeróbica es posible con todos los compuestos orgánicos que contienen oxígeno en sus moléculas.

En el tratamiento anaeróbico se puede, por lo tanto, considerar que ocurren los procesos básicos de la descomposición anaeróbica, es decir: desnitrificación, reducción de sulfatos, hidrólisis, y fermentación acetofénica y metanogénica. El Proceso microbial es muy complejo y está integrado por múltiples reacciones paralelas y en serie, interdependientes entre sí.

En su forma más elemental, se puede considerar el proceso anaeróbico de descomposición de la materia orgánica compuesto de dos etapas: fermentación de ácidos y fermentación de metano, que ocurren simultáneamente.

En la fermentación ácida, los compuestos orgánicos de estructura compleja, [proteínas](http://es.wikipedia.org/wiki/Prote%C3%ADna), [grasas](http://es.wikipedia.org/wiki/Grasa), [carbohidratos](http://es.wikipedia.org/wiki/Carbohidrato), son primero hidrolizados en unidades moleculares más pequeñas, y sometidos a biooxidación para convertirlos en ácidos orgánicos de cadena corta, principalmente ácido acético, propiónico y butírico; alcoholes, hidrógeno y CO2.

En la fermentación metanogénica, los organismos metanogénicos, en condiciones estrictamente anaeróbicas, convierten los productos de la fermentación ácida en CO2 y CH4principalmente.

**4. PROCESOS ANAEROBIOS**

En términos generales, se registran tres generaciones de reactores anaerobios, las cuales se caracterizan porque en cada generación se reduce el tiempo de retención hidráulico (TRH) y mejora el contacto entre el lodo y el sustrato, lo cual significa menores volúmenes de reactor, costos más bajos, sistemas más estables y de más fácil operación.

**4.1.** **REACTORES DE PRIMERA GENERACIÓN**

El tiempo de retención celular es igual al TRH, por lo que se requieren TRH muy altos, existe un contacto inadecuado entre la biomasa y la materia orgánica – entre estas se tiene: Lagunas Anaerobias, Tanque Séptico, Tanque Imhoff.

**4.1.1. Lagunas Anaerobias.**Las lagunas anaerobias se utilizan normalmente como primera fase en el tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales con alto contenido en materia orgánica biodegradable. El objetivo primordial de estas lagunas es la reducción de contenido en sólidos y materia orgánica del agua residual, y no la obtención de un efluente de alta calidad, las lagunas anaerobias operan en serie con lagunas facultativas y de maduración, generalmente se utiliza un sistema compuesto por al menos una laguna de cada tipo en serie, para asegurar que el efluente final de la planta depuradora va a poseer una calidad adecuada durante todo el año.

**Algunas ventajas son:**

 Bajo costo, se requiere de áreas reducidas.

 Buen rendimiento para el tratamiento de aguas residuales con altas concentraciones de materia orgánica.

 Eficiencia probada en el tratamiento de una variedad de aguas residuales industriales biodegradables.

**Desventajas:**

 El proceso es sensible a factores ambientales como temperatura y pH.

 El proceso es sensible a factores operativos como variaciones bruscas de carga.

 Tienen un aspecto poco agradable y condiciones estéticas desfavorables (formación de natas, inciden en el mantenimiento).

 El efluente del proceso tiene alto contenido de materia orgánica y color.

 Presentan bajas tasas de mortalidad bacteriana, en comparación con otras opciones.

 Emanaciones de malos olores ocasionales, en especial en los primeros años de operación.

 Se deben construir a distancias considerables de los límites urbanos.

 Rápida acumulación de sólidos, en comparación con otro tipo de lagunas, lo que deteriora la calidad del efluente.

 Requiere de limpieza de lodos más frecuentemente.

El ambiente anaeróbico se mantiene debido a:

 La abundante carga orgánica hace que el oxigeno introducido en las lagunas con el afluente o por reaireación superficial se consuma rápidamente en la zona inmediatamente adyacente a la entrada o en la superficie.

 La penetración de la luz necesaria para el crecimiento de las algas se ve impedida por la presencia de sulfuros metálicos en suspensión, como el sulfuro de hierro, responsables de la tonalidad gris de las lagunas anaerobias. Estos sulfuros acaban precipitando y provocan la coloración gris oscura o negra que presentan los fangos.

 Los sulfuros solubles son tóxicos para las algas, de modo que los cortos períodos de residencia, la falta de iluminación y un ambiente de composición química hostil impiden el crecimiento de éstas y en consecuencia, mantienen el medio en condiciones anaerobias.

 Puesto que las lagunas carecen de agitación, el aporte de oxigeno atmosférico es despreciable, debido a que la difusión de este gas en la columna de agua es muy lenta.

 Además de las bacterias responsables de las etapas acidogénica y metanogénica de la degradación anaerobia, en ocasiones se desarrollan en estas lagunas otras bacterias que confieren una coloración rojiza. Se trata de bacterias fotosintéticas del azufre, que viven en la zona superficial y oxidan los sulfuros a azufre elemental, sus pigmentos le dan a las lagunas una coloración rosa o roja.

**Tanques Imhoff.**El sistema consta de un compartimiento inferior para digestión de los sólidos sedimentados, y de una cámara superior de sedimentación. Los sólidos sedimentados pasan a través de la abertura del compartimiento superior hacia la zona de digestión. El gas producido en el proceso de digestión, en la cámara de lodos escapa a través de la zona de ventilación. La remoción de los sólidos suspendidos puede ser de 45 a 70 %, y la reducción de DBO de 25 a 50 %.

**4.1.3. Tanque Séptico.**El tanque séptico se caracteriza porque en él la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque; con lo anterior, se evitan los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda del tanque Imhoff. El tanque séptico consiste esencialmente en uno o varios tanques o compartimentos, en serie, de sedimentación de sólidos. La función más utilizada del tanque séptico es la de acondicionar las aguas residuales domésticas en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado. En estos casos sirve para:

 Eliminar sólidos suspendidos y material flotante.

 Realizar el tratamiento anaerobio de los lodos sedimentados.

 Almacenar lodos y material flotante.

La remoción de DBO en un tanque séptico pude ser del 30 al 50%, de grasas y aceites un 70 a 80%, de fósforo un 15% y de un 50 a 70% de SS, para aguas residuales domésticas típicas.

