

FUNDAMENTOS TEORICOS BASICOS

I) GENERALIDADES DEL TRATAMIENTO:

La depuración de los líquidos cloacales tiene por objeto evitar inconvenientes de orden higiénicos en el cuerpo receptor, que puede ser un terreno en caso de riego o un curso superficial de agua.

El “grado de depuración” o sea la intensidad del tratamiento depende de la capacidad del cuerpo receptor. De manera que la primera condición a tener en cuenta para determinar el “grado de depuración” es la capacidad del cuerpo receptor, la elección dependerá también de las características del líquido cloacal, las condiciones locales y los recursos económicos disponibles.

La composición del líquido cloacal es muy variado, tanto física, química como bacteriológicamente.

Físicamente puede distinguirse una fase líquida (99,9%) con sustancias disueltas y una fase sólida (0,1%) constituida por toda una serie de partículas de tamaño variable, desde las coloidales hasta las más ordinarias.

Los componentes sólidos se dividen en:

- a) Sólidos totales: todas las sustancias disueltas o en suspensión en el agua.
- b) Sólidos en suspensión: toda la sustancia que es capaz de retener el papel de filtro.
- c) Sólidos sedimentables: sustancias que son capaces de asentarse durante un tiempo convencional, (2 horas), cuando se deja el líquido en reposo.

Químicamente los líquidos residuales están constituidos por la mayor variedad de sustancias. Las materias orgánicas, tanto de origen vegetal como animal, están representadas por tres grupos bioquímicos: proteínas, lípidos y glúcidos y sus productos de descomposición.

Entre los constituyentes minerales o inorgánicos se encuentra la arena, arcilla y las sustancias inorgánicas disueltas, (sales, gases) provenientes de descargas industriales o del consumo humano.

Biológicamente, está siempre poblada de elementos unicelulares (bacterias), Zoogleas, Pseudomonas, Alcaligenes, etc. estudiados por la biología, en casos excepcionales en que el aporte de líquidos industriales tóxicos hace imposible la vida animal.

De las formas de tratamiento:

- A. El tratamiento primario o físico o pretratamiento (depende de los distintos autores): tiene por objeto eliminar los residuos sólidos sedimentables y suspendidos.
- B. El tratamiento secundario o biológico: tiene por objeto estabilizar rápidamente las materias orgánicas (disueltas, coloidales o aun suspendidas remanentes), que no han sido retiradas del líquido por el tratamiento primario. Como para que se efectúe esta estabilización es necesario favorecer un proceso biológico aerobio, para lo cual hay que proveer una abundante cantidad de oxígeno, o por lo menos la equivalente a la demanda másica total.

De la Eficiencia: La eficiencia de una planta depuradora de líquidos cloacales se mide por la disminución de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) en primer lugar, y en segundo lugar por la eliminación de sólidos suspendidos (S.S.). Debiendo ser compatible con las características del cuerpo receptor, es decir que los efluentes de la planta no afecten el medio donde se descarga.

Debemos tener en cuenta que el líquido cloacal está constituido por 99,9% de agua y 0,1% de sólidos totales (es decir 1000 ppm).

Los sólidos totales pueden descomponerse de la siguiente manera según la clasificación de Metcalf y Eddy (parten de la base de los sólidos totales 800 ppm).

Sólidos Totales 800 p.p.m. 100%	Sólidos suspendidos 300 p.p.m. 38%	Sólidos sedimentables 150 p.p.m.	Orgánicos	100 p.p.m.	Sólidos sedimentables en 2 hs 150 p.p.m. – 18 %
			Mineral	50 p.p.m.	
		Sólidos coloidal 150 p.p.m.	Orgánicos	100 p.p.m.	Sólidos coloidales 200 p.p.m. 25 %
			Mineral	50 p.p.m.	
	Sólido Filtrantes 500 p.p.m. 62%	Sólidos coloidales 50 p.p.m.	Orgánicos	40 p.p.m.	
			Mineral	10 p.p.m.	
		Sólidos disueltos 450 p.p.m.	Orgánicos	160 p.p.m.	Sólidos disueltos 450 p.p.m. 56%
			Mineral	290 p.p.m.	

La demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.), es la cantidad de oxígeno, expresada en partes por millón (1 p.p.m.) (1mg/l), requerida para la estabilización de la Materia Orgánica contenida en un litro de Líquido cloacal, descomponibles por acción de bacterias aerobias.

La estabilización se desarrolla en el tiempo prolongado, en un ambiente regulado y controlado, requiriendo más de 100 días a 20°C, para completarse el proceso en incubadoras. Las determinaciones en laboratorio se hacen durante 5 días, considerándose esto el 2/3 del total, como parámetro universalmente aceptado e identificado como DBO₅ a 20°C.

Capacidad de remoción:

	S.S.	D.B.O.
Tratamiento Primario (incluido el químico)	90 %	60 %
Tratamiento Primario (sin incluir el químico)	60 %	30 %
Tratamiento biológico (incluido el primario anterior)	90 % a 95 %	90% a 95%

El proyecto de la planta depuradora puede ser de dos tipos, según el tratamiento biológico que se adopte, para el Tratamiento Biológico o secundario.

a) Lechos percoladores

b) barros activados

Poseen una parte común constituida por la cámara de rejillas, desarenador, aforador y desengrasador. Con cualquiera de estas plantas se puede obtener un rendimiento del 90% o más, en remoción de DBO y SS.

Pasaremos a continuación el dimensionamiento de cada uno de los elementos que constituyen la planta de depuración, adoptando tratamiento biológico por lechos percoladores.

II) UNIDADES DE TRATAMIENTO:

1) REJAS:

Su objeto es el retirar cuerpos gruesos y medianos que pueden venir con el líquido cloacal.

Según el tamaño de las aberturas o separación libre entre los barrotes metálicos, las rejatas se dividen en:

Gruesas (5 a 10 cm) En estaciones elevadoras generalmente.

Medianas (2,5 a 5 cm)

Finas (1 a 2,5 cm)

Otro criterio las clasifica de acuerdo a su movilidad, en rejatas fijas o móviles. Las primeras pueden ser de limpieza manual o de limpieza mecánica, siendo esta última a "tiempo fijo" o por grado de obturación.

Las rejatas fijas con limpieza manual son las corrientes en pequeñas instalaciones.

Consiste en una serie de barras colocadas transversalmente a un canal: el plano de las barras puede ser normal al eje del canal, pero generalmente forma con este un ángulo variable entre 45° y 60°. Son limpiados a mano por medio de rastillos de mango largo cuyos dientes están espaciados en forma de coincidir con la abertura o separación de barrotes.

En las rejatas fijas con limpieza mecánica, el dispositivo de limpieza es puesto en funcionamiento a intervalos de tiempo iguales (tiempo fijo) o bien de acuerdo al grado de obturación (pérdida de carga en el pasaje de la reja). En una instalación de este último tipo, el motor de accionamiento está gobernado por un control eléctrico que actúa de acuerdo con la diferencia de nivel de líquido aguas arriba y aguas debajo de la reja, esta diferencia aumenta y cuando alcanza un valor predeterminado, usualmente 5 a 20 cm, cierra el circuito, poniendo en marcha el motor que acciona el mecanismo de barrido. Las ventajas de este dispositivo son:

- a) Las rejatas son limpiadas solo cuando lo necesita, economizando energía.
- b) La cantidad de materia retenida es mayor.
- c) hay menos desgaste de mecanismos.

El cálculo de las rejatas se hace considerando el caudal máximo para estar en mejores condiciones.

En el desarrollo del práctico solo se calcula rejatas finas dado que se considera que el líquido pasa por una estación elevadora con rejatas gruesas.

2) AFORADOR Y DESARENADOR:

El objeto del desarenador es eliminar un alto porcentaje de material fino (generalmente arena que arrastra el líquido cloacal). Las arenas se eliminan por precipitación haciendo que las aguas pierdan velocidad, pero esa reducción de velocidad debe ser tal que no permita la deposición de materia orgánica, dado que los productos, obtenidos deben ser destinados al relleno.

Por esa razón se fijan los límites de velocidad mínima igual a 18 cm/s y velocidad máxima en 30 cm/s. La condición de tener que estar comprendida la velocidad entre estos límites (y aun es conveniente mantenerla constante) obliga a adoptar los desarenadores con secciones especiales que contemplan las variaciones del caudal.

El contenido de materia orgánica en los depósitos debe ser inferior a 10% para que sean inofensivos y utilizables como rellenos.

La limpieza del desarenador puede ser intermitente o continua. En el primer caso debe proceder al vaciado por bombeo o drenaje; luego se retira el material sedimentado, mecánica o manualmente. La limpieza manual consiste en el paleado a recipiente que luego se izan por medio de guinches y se descarga en vagones.

Los equipos de limpieza continua están formados esencialmente por paletas de madera o de hierro fijadas sobre una cadena sin fin de manera que en su recorrido limpian el fondo del desarenador empujando el material hacia un extremo. La limpieza puede hacerse también en forma hidráulica por diferencia de presión hidrostática, forma que nosotros adoptaremos.

La eficiencia de los desarenadores en sólidos suspendidos (S.S.) varía de 5 a 10 % y en demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) de 1 a 3%.

Descripción de los desarenadores: el líquido proveniente de la cámara de rejillas pasa a los desarenadores. Se tratan de canales que poseen un falso fondo, como trampa de la arena que ha sedimentado. El fondo tiene una pendiente que varía entre 3 a 5 % para permitir la evacuación del material del material. Para efectuar la limpieza se ha dispuesto en la parte inferior-anterior un conducto que termina en una cámara en cuya entrada hay una válvula exclusiva gobernada mecánicamente desde arriba. Para la limpieza se procede de la siguiente manera: se bajan las compuertas de entrada y salida quedando encerrado en el desarenador un cierto volumen de agua; se abre luego la válvula exclusiva, la mezcla de agua y arena saldrá y se conducirá hacia el sedo en lugares convenientes, seguidamente se levanta la compuerta de ingreso lo que produce una fuerte corriente de limpieza, durante un muy corto tiempo. Finalmente se cierra la esclusa y se abre la compuerta de salida.

Hipótesis para el cálculo:

a) El caudal que escurre por el aforador PARSHALL es el mismo que pasa por el canal desarenador.

b) La velocidad en el canal desarenador será constante, ante los cambios de caudal (mínimo, medio, y máximo).

$$Q_{\text{aforador}} = Q_{\text{desarenador}}$$

$$Q_{\text{aforador}} = C \cdot h^n \quad (1)$$

$$Q_{\text{desarenador}} = V \cdot S \quad (2) \text{ donde } V = \text{velocidad constante adoptada en base al tamaño de partícula.}$$

S = Sección transversal del canal desarenador

diferenciando (1)

$$dQ_{\text{aforador}} = C \cdot n \cdot h^{n-1} \cdot dh$$

de la figura:

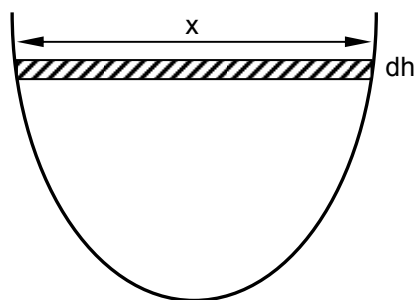
$$dQ_{\text{desarenador}} = V \cdot x \cdot dh$$

igualando de acuerdo a las hipótesis básicas.

$$Q_{\text{aforador}} = Q_{\text{desarenador}}$$

$$C \cdot n \cdot h^{n-1} \cdot dh = V \cdot x \cdot dh$$

$x = C \cdot n \cdot h^{n-1} / V = K \cdot h^{n-1} \rightarrow$ ecuación de una parábola, dando valores a "h" se obtienen las distintas "x", y por lo tanto la sección de la canaleta.



Canaleta - Sección transversal

Esta sección nos asegura velocidad constante para cualquier caudal. Obtenida la misma, se podrá calcular los distintos h para cada caudal.

La velocidad a adoptar está en función del tamaño de partícula que se desee retener (ej. $\phi = 0,2$ mm para $V = 0,24$ m/s). Con este valor los tamaños de partículas de arena mayores serán retenidas, los menores lo harán parcialmente.

En base al ABACO DE KIVELL y LAND para distintas partículas y velocidad. Entrando con el tirante se obtiene la longitud del canal desarenador.

3) DESENGRASADORES:

Su objetivo es separar las grasas, aceites y jabones y en general todas las sustancias flotantes, que en caso de no ser eliminadas se depositarán sobre las materias oxidantes retardando el proceso de estabilización.

Para favorecer esta separación hacia la superficie, se inyecta por la parte inferior aire comprimido finamente dividido, para obtener mayor rendimiento. Se colocan una serie de tubos perforados o placas perforadas de $0,30 \times 0,30$ m. Tiene por objeto repartir aire a presión, el cual en su movimiento ascensional arrastra a las grasas aglutinándolas en una espesa espuma superficial de aproximadamente 3 cm de espesor. Las chicanas tienen por objeto orientar la circulación de aire.

Para efectuar la limpieza del desengrasador se cierra la compuerta de salida, con lo cual el líquido que sigue llegando provoca un aumento de nivel que produce el desborde hacia las canaletas laterales. La salida de las grasas se completa, arrastrándolas con rastras hacia las canaletas.

Se dimensiona calculando su volumen en función del caudal y permanencia; su tirante está condicionado de acuerdo a la velocidad ascensional de las grasas y aceites.

4) SEDIMENTADOR PRIMARIO:

Llamase sedimentación al proceso de asentamiento de las partículas sólidas que están suspendidas en el líquido por la simple acción de la gravedad.

Si una partícula atraviesa un fluido en reposo, la velocidad de sedimentación se hace constante cuando la resistencia opuesta por el fluido es igual al peso de partícula en dicho fluido.

Stokes encontró que el valor de esta resistencia para una esfera es igual a $3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot d \cdot v$, siendo:

μ = viscosidad absoluta (en poises)

d = diámetro (cm)

v = velocidad de asentamiento (cm/s)

Igualando este valor al peso de una esfera en el líquido, resulta $3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot d \cdot v = \pi \cdot d^3 \cdot (\delta_1 - \delta) \cdot g / 6$ siendo

δ_1 = densidad de la partícula ; δ = densidad del fluido

Luego

$$V = 1/18 \cdot d^2 \cdot g \cdot (\delta_1 - \delta) / \mu \quad (\text{fórmula de Stokes})$$

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

La ley de Stokes es aplicable a partículas menores de 0,085 mm de diámetro. Para partículas mayores de 1mm Hazen opina que la fricción controla la sedimentación. Entre estos dos límites la sedimentación depende de la viscosidad y de la fricción, es lo que se llama "región de transición".

Para esta región vale la fórmula:

$$v=100.d.(T+10)/60 \text{ (T: temperatura en } ^\circ \text{ Fahrenheit)}$$

Esta es aplicable a partículas de peso específico 1,2 como correspondería a la materia orgánica.

La mayor parte de las partículas que interesan en la sedimentación de los líquidos cloacales sedimentan en la región de la ley de Stokes o en los de transición.

La temperatura influye en el asentamiento, como se desprende de la fórmula de Stokes, ya que actúa sobre el peso específico y sobre la viscosidad.

Por otra parte la eficiencia del decantador aumenta con la concentración de las partículas en el líquido crudo: algunos atribuyen este efecto a un fenómeno de floculación.

También influyen en la eficiencia el tamaño y peso específico de las partículas (fórmula de Stokes) y otros factores como permanencia, tipos de entrada y salida, forma de retirara los barros, la antigüedad o edad del líquido.

La permanencia se fija en aproximadamente 2 horas y ella determina el volumen de cámara a construir, debiendo surgir este valor con más precisión de los ensayos que se realicen en laboratorio, muestras del líquido a tratar.

5) LECHOS PERCOLADORES

Son dispositivos que tienen por objeto conseguir la estabilización de la materia orgánica coloidal por fijación del oxígeno de aire, mediante la acción de colonias bacterianas aeróbicas.

Consisten en un recinto con mantos de piedra partida de 0,90 a 2,20 m de altura, a través de las cuales se hace pasar el agua residual a tratar, distribuyéndola uniformemente en su superficie, y se a por distribuidores fijos o rotativos.

El líquido debe llegar fresco a los lechos percoladores, es decir, sin haber estado sometido a un proceso anaeróbico (Putrefacción) para evitar la producción de olores y gases.

Para ello es imprescindible que en las etapas anteriores la duración del tratamiento no llegue a 6 horas como máximo.

Tiene importancia la ventilación de los lechos percoladores, la cual puede hacerse en forma natural por diferencia de temperatura entre el lecho y la atmósfera, o en forma forzada por medio de ventiladores que inyectan aire por la parte inferior o extractores que aspiran por parte superior.

El tamaño del material filtrante oscila entre 2,5 a 7 cm. Cuanto más pequeño es el tamaño de la piedra, mayor es la superficie total en contacto con el líquido cloacal, pero es también más probable que se produzcan atascamientos. Su cálculo se basa en el concepto COT (carga orgánica total) y CU (carga unitaria). **Que surge del producto del caudal a tratar y su concentración en D.B.O, con unidad KgD.B.O./día, también conocida como carga másica.**

6) SEDIMENTACION SECUNDARIA

Los tanques de sedimentación secundaria tienen por objeto eliminar los sólidos sedimentables del efluente de los lechos percoladores. Otra finalidad que persiguen es retener los sólidos eliminados por los lechos en sus descargas periódicas, que tienen lugar, generalmente, en la primavera; cuando esto sucede, el lecho elimina una gran cantidad del material que ha retenido durante su funcionamiento y transformado en humus fácilmente sedimentables. Estas descargas que se producen espontáneamente, constituyen una de las grandes ventajas de los filtros percoladores sobre otros lechos bacterianos ya que eliminan las limpiezas periódicas que deben efectuarse en éstos.

Es importante destacar el concepto relativo a la función que cumple el SII, toda vez que se trata de una unidad que siempre es precedido por una unidad de tratamiento biológico. El líquido luego de haber sido sometido a un proceso biológico aeróbico, (en nuestro caso lechos percoladores), se halla en condiciones de precipitar gran cantidad de partículas, porque ha cambiado (como consecuencia de ese proceso) la estructura, y la composición de esas partículas, que antes se hallaban en suspensión).

Es por ello, que la permanencia en un sedimentador secundario, puede ser menor que para un sedimentador primario.

Generalmente son tanque de planta circular, de limpieza mecánica por barrido de fondo, consistente en un puente giratorio equipado de palas barredoras, orientadas en forma tal que el sedimento sea desplazado por una de ellas hacia el centro, y nuevamente desplazado en la misma forma por la pala contigua cuando el puente ha girado 180° y así sucesivamente. El fondo del tanque se hace en forma cónica, con un pozo central que recibe el barrido, desde donde es eliminado por diferencia de presión hidrostática.

Los distintos tipos de limpieza mecánica pueden ser consultados en la bibliografía recomendada.

7) CÁMARA DE CLORACIÓN

Se trata de cámaras de planta rectangular y tirantes entre 0,80 y 1,20 de altura, con pantallas deflectoras para evitar la posible sedimentación y permitir una mejor mezcla entre, el líquido y el cloro a agregar.

El cloro se agrega hasta llegar a una concentración de 2 a 5 p.p.m. aproximadamente.

Como se trata de la última unidad de tratamiento en el circuito del tratamiento principal, se recomienda colocar un vertedero a la salida para permitir aforar el líquido afluente.

8) DIGESTORES

Se trata de unidades para el tratamiento anaeróbico de los barros provenientes de los sedimentadores Primarios y Secundario.

Son recintos cerrados de H²A° de planta cilíndrica generalmente, con altura entre 5 y 10 mts., con el fondo en forma de tolva para depósito de los barros digeridos.

En su parte superior cuenta con una cubierta, que puede ser fija o flotante (móvil), en la que se ubican los dispositivos para la captación de los gases producto del proceso.

El ingreso del barro se hace por su tercio medio en forma controlada y compatible con el estado o situación del Proceso en desarrollo.

Para aumentar su Capacidad y eficiencia se recurre generalmente a calefaccionar el barro en el recinto, mediante cañerías en forma de espiral, por donde se hace circular agua caliente.

La permanencia del barro en este estanque a una temperatura determinada y constante permite desarrollar un proceso biológico anaeróbico sobre el barro que estabiliza el mismo, disminuyendo volumen y contenido de humedad a la vez que produce un desprendimiento de gases con una importante capacidad de poder calorífico.

La base conceptual del cálculo de un digestor esta en determinar el volumen del recinto que va a contener el barro a tratar, para ello se deben tener presente los datos y parámetros básicos que se indican:

Curva de digestión (temp/días)

Porcentajes de materia orgánica (V%)

Porcentaje de materia digerible (a%)

Sólidos sedimentables (S.S.) (mg/l)

Debe tenerse presente que estos valores son propios del líquido a tratar, y surgen de ensayos de laboratorio sobre muestras del mismo; de la misma forma que lo es; la Demanda Bioquímica de Oxígeno, (D.B.O).

Con estos datos y el caudal ($m^3/día$) a tratar se deberá construir el Gráfico de digestión, llevando en ejes de ordenadas los valores, correspondientes a la carga total diaria de barros, sobre el eje de la "y" y el tiempo de digestión en días sobre el eje de la "x" siguiendo de la curvas de digestión teniendo como dato la temperatura prevista para el funcionamiento del Digestor.

Al tiempo de digestión así obtenido, se debe agregar un tiempo de almacenamiento llamado t_2 que se adopta en base a la necesidad de cubrir posibles desequilibrio en el proceso biológico como consecuencia de modificaciones en las características del barro, originadas en variaciones puntuales, o estacionales del líquido cloacal y variaciones en eficiencia de las unidades que producen el barro (Sedimentadores y/o lechos percoladores para nuestro caso). En general se recomienda un valor para t_2 entre 40 y 70 días.

Elaboración del gráfico Gráfico de digestión, utilizando los datos y parámetros indicados

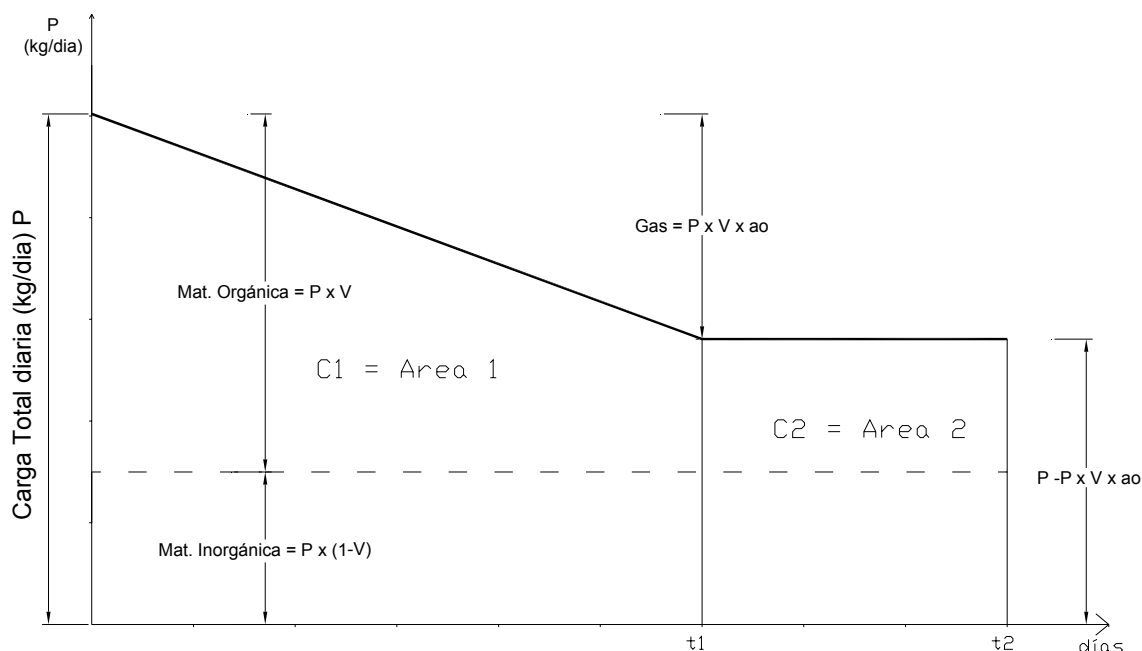
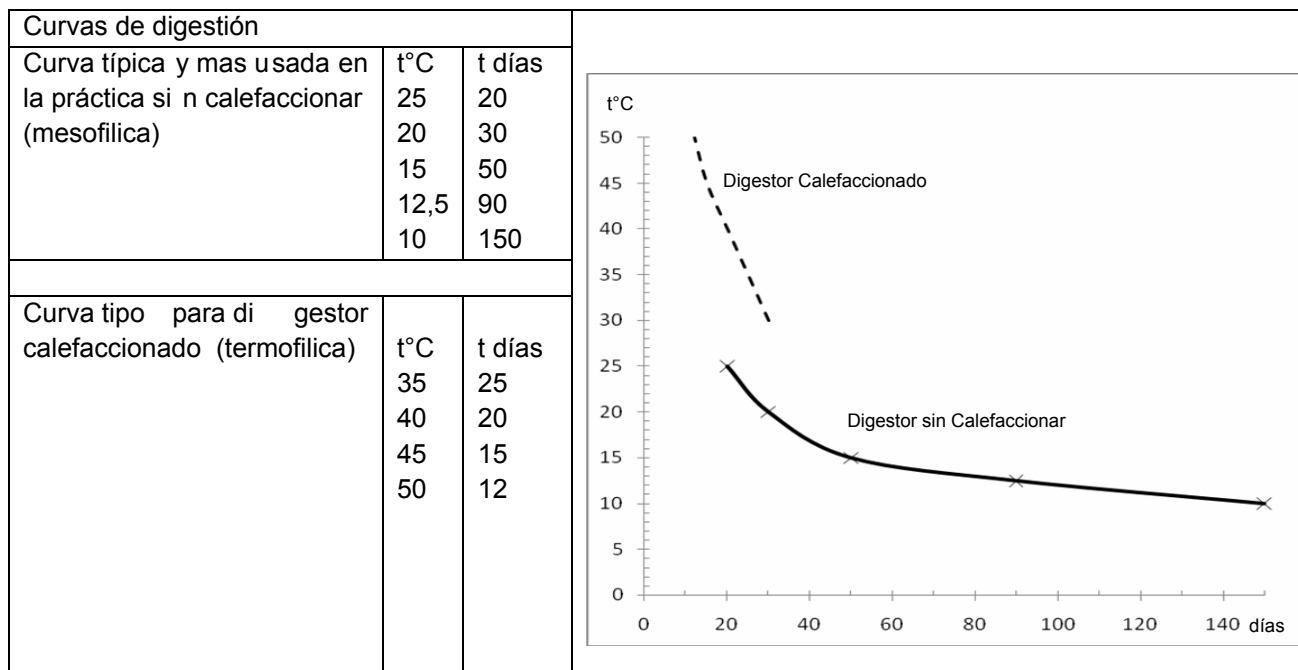


Gráfico de Digestión

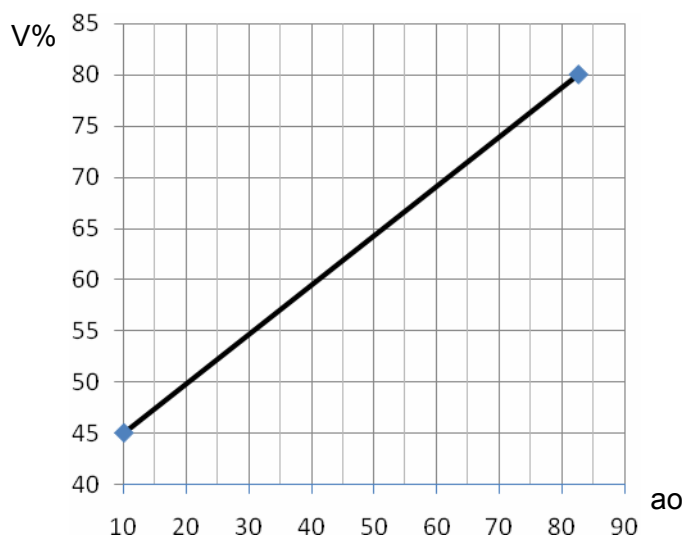
Puede observarse que :

El gráfico se confecciona con los datos problema, SS (mg/l); V (%); ao (%); Qmed (m³/día); t1 (°C). Este último en base a la temperatura adoptada y las curvas de digestión, que para nuestro caso se construirá con los siguientes valores.



Cabe señalar que los valores indicados tienen por objeto ilustrar, para una mejor interpretación conceptual, el fenómeno biológico de digestión, cuyas variables básicas son la temperatura y el tiempo. A mayor tiempo menos temperatura o viceversa. Con calefacción no solo se aumenta la capacidad del recinto sino la calidad del barro digerido.

El valor V (%) para los líquidos cloacales guarda una relación final con el valor a0% (porcentaje de materia digerible), que responde a valores indicados a continuación. También estos valores deben ser determinados en laboratorio sobre muestras del líquido a tratar.



Una vez conformado el GRÁFICO DE DIGESTIÓN se puede observar que la superficie que el mismo encierra, representa los Kg. de barro digerido y en digestión que se hallan en la cámara. Esta superficie es perfectamente calculable atento que se conocen todos los segmentos que conforman la figura.

Resta solamente, dividir por el Pe del barro y tener en cuenta el contenido de humedad, valores que se tendrán en cuenta en la Guía de Cálculo.

De esa manera obtendremos la Capacidad en m³ que debe tener la Cámara de Digestión. El resto es problema de diseño, de su forma, como características general se puede adoptar, una relación de altura sobre diámetro de 2,00 (h/D= 2,00).

La bibliografía indicada aporta información para estructurar un diseño para un mejor funcionamiento y aprovechamiento de las formas, teniendo en cuenta el número de unidades recomendadas, que en general no deberían ser menos de 2 unidades.

Recuperación de gases de la digestión

Durante los procesos de digestión se produce un volumen importante de GASES con un apreciable poder calorífico principalmente por su contenido de METANO.

La composición de estos gases es variable, como valores indicativos se señalan:

CHA - 69% Poder Calorífico 8.000 Cal/m³

CO₂ - 22%

N₂ % 6 -

H₂ - 2% Poder Calorífico- 2.500 cal/m³

OTROS - 1% (SH₂ por ej.)

Este poder calorífico puede y debe, ser aprovechado ya sea para fuerza motriz, para calefaccionar el propio Digestor mediante el uso de Calderas, calefacción de edificios o para incineración del material retenido en las rejillas, etc.

En la Guía de Práctico se indican parámetros y un método para el cálculo de la potencia que puede obtenerse en función de la Cantidad de gases, valor este, que surge del gráfico de digestión, observar conceptualmente que este valor es:

$$\text{Cantidad de gases} = P.V.a.o \text{ (Kg/día)}$$

9) PLAYAS DE SECADO

Como su nombre lo indica son superficie debidamente, preparadas, donde se Descarga el barro DIGERIDO hasta un pequeño tirante de modo que disminuir al máximo el contenido de agua, por medio de la infiltración a través de un manto poroso y la evaporación.

Se deberán disponer varias unidades que en suma la superficie ser un 20% mayor al requerido dependiendo del clima, frecuencia de lluvias, tipo de líquido a deshidratar, espesor o tirante de barro que pueda formarse en la distribución sobre la superficie de playa. El drenaje del líquido a través del manto poroso deber ser colectado en la parte interior y ser recirculado a algunas de las unidades anteriores, Sedimentador primario por ejemplo, se trata de pequeños caudales pero puede resultar agresivo.

Debe tener un diseño tal que permita el retiro del material seco lo más simple posible, pueden tomarse anchos de 5 a 6m por el largo que resulta, con un espacio libre para el ingreso de vehículo (CAMIÓN) que transportará el material.

El buen secado y el retiro del material es importante atento al valor comercial que posee este barro seco con propiedades de fertilizar la tierra. Por ello estas unidades, no por ser la última son de menor trascendencia en el proceso que se trató de describir, al igual que el tema del aprovechamiento de los Gases del digestor. Su cálculo se origina en la:

$$\text{Cantidad de barro digerido por día} = P.(1 - V.a.o) \text{ (kg/día)}$$

Cantidad de barro digerido por año= $P.(1 - V_{ao}) \text{ (kg/día)} \times 365 \text{ días}$

Superficie de playa = a esta última cantidad dividido la capacidad de secado de las playas en $[\text{Kgbarro}/\text{m}^2\text{año}]$.

Diseño: según la teoría Guía y bibliografía

Comentario final:

Hasta aquí se ha pretendido exponer los fundamentos teóricos básicos o elementales para poder identificar e interpretar el funcionamiento de una estación depuradora de líquidos cloacales, como complemento de las clases teóricas.

Para profundizar estos conceptos, identificar parámetros de cálculo y poder acceder a la guía de práctico deberán tenerse presente las clases teóricas y la bibliografía que se indica a continuación.

- Manual de Operación de Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales. O.P.S. - O.M.S. - O.S.H. - Escuela de Ingeniería Sanitaria.
- Contaminación y autodepuración - importancia de la Microbiología En Ingeniería Sanitaria - Dpto. de Hidráulica.
- Normas de Estudios Criterio de Diseño y Presentación de Proyectos de Desagües Cloacales - enoHsa.
- Texto - tratamiento y depuración de las aguas residuales. Autor: Meltcalf - Eddy.
