

Ingeniería Sanitaria II

Sistema de recolección de A.R.:

Tipos:

Origen Industrial

Origen domestico

Análisis de DBO:

Existen tres tipos de *tratamientos*:

Primario o Físico: consiste en la sedimentación (por gravedad), separar las partículas de sólidos suspendidos del AR.

Secundario o Biológico: consiste en transformar la materia orgánica disuelta en materia orgánica suspendida.

Terciario o Químico: consiste en remover toda la materia química contenida en el AR (las características del AR = a las del lugar donde se depositan).

DBO " cantidad de O2 necesario por las bacterias para oxidar la materia orgánica disuelta en el AR (al 5to día las bacterias oxidan el 70% de la mat. Org. Disuelta).

$$DBO = \frac{D_1 - D_2}{P}$$

$$; DBO = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2) * f}{P}$$

$$; f = \frac{300 - V_s}{300}$$

; Vs " vol. de AR

$$P = \frac{V_s}{300}$$

f " % de Vol de agua dilución con inóculos; **P** " % del vol de AR contenida en la muestra; **D1 y D2** " O2 disuelto antes y después(5to día) de la prueba respectivamente; **B1 y B2** " O2 disuelto del blanco antes y después de la incubación (*blanco = agua diluida con inóculos*).

Ecuación de primer orden de la DBO: $DBO_t = DBOU * (1 - e^{-K*t})$

donde: $K_T = K_{20 C} * \theta^{(T-20 C)}$

$y = 1.047$; ($K = 0.23 \text{ d}^{-1}$ para $T = 20^\circ\text{C}$); **DBOU** " DBO última.

Para el cálculo de K en una data, entonces se tabula lo siguiente:

T (días)	y	y2	y'	yy'
	= y	= y2	= y'	= yy'

T (días)	DBO(t)
----------	--------

Donde: $y = DBO_t$

$$; y' = \frac{y_{n-2} - y_{n-1}}{2 * \Delta_t}$$

$$; DBOU = -\frac{a}{b}$$

;

Se calcula una matriz, la cual será de la siguiente forma:

$$a * y + b * y^2 - y * y' = 0$$

$$n * a + b * y - y' = 0$$

$$a = -b * DBOU$$

$$b = -K$$

$$DBO_t = DBOU - DBOU * e^{-K*t}$$

n = cantidad de datos, exceptuando el primero y el último.

Otro método alternativo es el gráfico:

Para cálculos de DBOequiv; entonces se realiza el siguiente análisis:

$$DBO_{equiv} = \frac{DBO(es\ carga\ org.)}{Q_{AR}}$$

$$; \#de\ personas = \frac{Q_{AR}}{q_{AR}} = t\ rminos\ hid\ ulico:$$

$$Aporte\ Unitario\ de\ DBO / Pers - d\ a = q_{AR} * (Aporte / persona\ de\ DBO) = \frac{kg}{hab - d\ a}$$

$$1kg = 1x10^6 mg$$

$$\#de\ personas = \frac{DBO}{Aporte\ Unit\ de\ DBO / Pers - d\ a} = en\ t\ rmino\ de\ materia\ org\ nic:$$

Carbón orgánico total: contenido de carbón q' tiene el AR, nos permite obtener relaciones de DBO5 y demora de 5 – 10 min., además de q' es costosa.

Normas que rigen los valores máx permisibles de características físicas, químicas y biológicas en el AR son:

Microbiología Ambiental:

Están constituidas por tuberías:

Siempre se diseñan para a Qmax + qinf (este último en función de la longitud de la tubería).

Según Norma panameña se colocan a cada 100 m un C.I. como máx separación C @ C.

Las juntas son las uniones entre tuberías.

Aportes por infiltración según el IDAAN:

0.0001 lt/s-m (PVC)

0.0005 lt/s-m (Horm.)

Según Metcal & hedy, los aportes de infiltración son:

0.10 – 1.0 m3/d-mm-km (por diámetros (mm) & longitudes (km))

0.20 – 3.0 m3/d-Ha (por superficie servida (grafica 3.5))

Determinación del QmáxAR:

Por Componentes:

A.R. domestica

A.R. industrial

A.R. aportes por infiltración

Factor de máxima " $FM = \frac{Q_{m \times Inst.}}{Q_{promAR}}$

$$FM \frac{1}{Pobl} \quad FM_{1CASA} > FM_{5000CASAS}$$

Según Reina & Saavedra:

$$FM = 6.45 * Pobl^{-0.15}$$

Según Metcal & Eddy:

(ver grafico fig. 3.4)

Estados Unidos:

$$FM = 2.23 * Q_{prom}^{-0.073}$$

Donde: $\bar{Q} = m^3/s$

$$Q_{m,AR} = FM * Q_{AR}$$

$$\therefore Q_{TOT(Dis),AR} = Q_{m,AR} + Q_{inf}$$

Si se tiene que definir el tipo de actividad que se desarrolla en el área a diseñar entonces: (tabla 3.1 tomar el valor típico y para controlar el aporte de AR T-3.7)

Flujo en Alcantarillas Parcialmente Llenas:

Ecuaciones de Manning:

$$Q_o = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * A * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_o = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Rh = \frac{D}{4} = \frac{A}{P_{moj}}$$

$$V_o = \frac{Q_o}{A_{com}}$$

Elementos Hidráulicos:

$$d/D = \frac{1}{2} * [1 - \cos\phi]$$

$$v/V_o = 1 - \frac{\text{sen}\phi}{\phi}^{\frac{2}{3}}$$

$$q/Q_o = \frac{\phi}{2\pi} - \frac{\text{sen}\phi}{2\pi} * 1 - \frac{\text{sen}\phi}{\phi}^{\frac{2}{3}}$$

$$A_{parc} = \frac{D^2}{8} * [\phi - \text{sen}\phi]$$

$$Rh_{parc} = \frac{A_{parc}}{P_{parc}} = \frac{D}{4} * [1 - \text{sen}\phi]$$

$$P_{parc} = \frac{D}{2} * \phi$$

$$q = \frac{1}{n} * Rh_{parc}^{\frac{2}{3}} * A_{parc} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$q = \frac{1}{n} * \frac{D}{4} * (1 - \text{sen}\phi)^{\frac{2}{3}} * \frac{D}{8} * (\phi - \text{sen}\phi) * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_o = \frac{1}{n} * \frac{D}{4}^{\frac{2}{3}} * \frac{\pi D^2}{4} * S^{\frac{1}{2}}$$

Normas del IDAAN :

$$V_{\max} = (2.5 @ 3.0) m/s$$

$$V_{\min} = 0.6 m/s$$

$$q/Q = 1.07 \quad d/D = 0.938$$

$$v/V = 1.14 \quad d/D = 0.81$$

Separación entre Tragante 100m

Sifón Invertido:

$$H_A = H_B + h_f + h_l$$

$$\frac{P_A}{\gamma} + Z_A + \frac{V_A^2}{2g} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_B + \frac{V_B^2}{2g} + h_f + h_l$$

$$h_f = \frac{10.76 * Q^{1.852} * L}{C_{HW}^{1.852} * D^{4.87}}$$

;

Los caudales máx y mín se calculan en el sifón invertido. Sugerencia realice el sig. Tabulado para A.R.

Sistema de agua pluvial:

$$Q = \frac{c * i * A}{360}$$

$$t_{\text{viaje}} = \frac{\text{dist}}{v * 60}$$

$$d/D = 0.80$$

$$V_{\min} = 3.0 P/s = 0.91 m/s$$

$$V_{\max} = 12.0 P/s = 3.65 m/s$$

Separación entre tragante 60.0m

Diam. Com. (in)	Pend. (S)
18	0.0025
24	0.00175
30	0.0013
36	0.0010
42	
48	
54	

Ecuaciones de T.S ptico

$$t_{ret} = 12hr = 0.50d$$

para 1" de descenso :

$$T_{aft} = q_{inf} = \frac{5}{\sqrt{t}} = gal / p^2 - d$$

$$Q_{dis} = q_{inf} * A_{zanja}$$

Para una Prueba de percolación :

$$t = \frac{\Delta t * 2.54}{h_{cte.}}$$

$$L = 2 * B$$

$$A_{zanja} = B * h$$

$$Q = V * A = \frac{Vol}{t}$$

Carga Superficial:

$$q = 24m^3 / m^2 - d$$

$$q = \frac{Q}{A_{SUP}}$$

$$t_{ret} = 2hr$$

$$A_T = A_S + A_V$$

$$\frac{L}{a} = 2$$

$$A_V = 20\% A_T$$

$$Digest = 30lt / hab - a$$

Nota: si el volumen de la parte final del tanque inhoff es menor que el volumen del digestor entonces se requiere agregar un estrato más entre el digestor y la parte final del tanque (ese estrato lleva la forma del digestor, la altura se calcula con la diferencia entre los volúmenes digestor vs la pirámide). Recuerden que el digestor tiene una capacidad de 30 lt / hab – año. Para el cálculo de la geometría del tanque q es la carga superficial del sedimentador y Q es el caudal de las aguas residuales a tratar, (las dimensiones del tanque son cálculos netamente geométricos).

$$Vol = \frac{A_T * h}{3} = vol \text{ de piramide}$$

Las lagunas de no son más que estanques diseñados con el propósito de disminuir el grado de contaminación de dichas aguas, existen tres tipos de lagunas las cuales son:

- **Lagunas Aerobias:** son aquellas que manejan poca carga orgánica y requieren del oxígeno para poder trabajar o realizar la función para la cual fueron diseñadas, su profundidad oscila no debe ser mayor de un metro (h " 1.00m).
- **Lagunas Anaerobias:** son aquellas que manejan grandes cargas orgánicas y no requieren del oxígeno para realizar sus funciones, su profundidad oscila entre los tres a cinco metros (3.00 m " h " 5.00 m).

- **Lagunas Facultativas:** tienen dos procesos (ósea dos estratos: uno aerobio estrato superior y otro anaerobio estrato inferior), y son mediana profundidad (h " 1.50m). Estas lagunas pueden trabajar en serie o en paralelo.

Aquí trataremos solo las lagunas facultativas. La forma interna de dichas lagunas es criterio del diseñador (redondo, cuadrada y rectangular)

El procedimiento para el análisis de lagunas de estabilización es el siguiente:

- Establecer las características generales de la región a tratar (población, qprom de agua residual, etc.).
- Definir la carga del influente (DBO).
- La temperatura a la cual estará trabajando.
- Utilizando el teorema de MARAIS, procedemos al desarrollo de la carga.
- Recordando también que " 30 gr / m³ – día, lo cual es la concentración máxima de DBO para que una laguna sea facultativa (carga orgánica) $\lambda = \frac{C.Org.Efluente(Le)}{Vol}$

En la Época del año con >>

Infiltración

Por sistemas de Ecuaciones lineales se resuelve

Datos

Línea a 45°

DBO(t)

DBO(t+1)

45°

DBOU

a-) DGNTI – Companit 35 – 2000 regula las descargas de efluentes de cuerpos receptores

b-) DGNTI – Companit 34 – 2000 regula las descargas de efluentes en un sistema de recolección de AR

Log del #

de bacterias

t

A

C

L

I

M

A

TAMIENTO

CRECIMIENTO

EXP

FASE

ESTACION

ARIA

MUERTE

Fase endogena

FASE

DECLINACIÓN

CRECIMIENTO

EXP

A

C

L

I

M

A

TAMIENTO

Log de la masa

bacteriana

t

h (n)

D

d

L

h₂

h₁

L

B

Tanque Séptico

45°

45°

Digestor

Sedimentador

Ventiladores

Extracción de Lodos

L

c

a

c

Tanque Inhoff

A S

A V

A V

" 30°

" 30°

h (n+1)

$a + 2c$

L

Lagunas de estabilización

Lag 2

Lag 1

L

B

Le-1

Li-2

Li-1

Le-2