 <p>UNIVERSIDAD Piloto DE COLOMBIA Seccional del Alto Magdalena</p>	<p>UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL</p> <p>GUIA DE LABORATORIO</p>
---	--

1. PRESENTACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO

Espacios académico	GESTION AMBIENTAL Y LAB. DE CALIDAD DE AGUAS
Código del curso (opcional)	IC-00181
Área de Formación (básica, profesional, complementaria, investigativa)	PROFESIONAL
Tipo de curso (teórico–práctico)	TEÓRICO – PRÁCTICO
Carácter del curso (obligatorio, electivo)	OBLIGATORIO
Créditos académicos	3
Horas de acompañamiento	64
Horas de Trabajo Independiente	80
Fecha de actualización	AGOSTO 2019

JUSTIFICACIÓN:

Las aguas residuales y su tratamiento son un tema de gran importancia para el planeta, ya que hoy en día contamos con el 0.007% de agua potable (FUNDACION AQUAE, 2016), donde una cantidad considerable de agua se encuentra contaminada por manejos inadecuados, por eso se requiere cuidarla e insistir en aplicar un correcto tratamiento.

En las instituciones universitarias se habla acerca de las aguas residuales y el impacto que tienen al medio ambiente, pero muy pocas veces se habla acerca de las clases de aguas residuales y más que todo de las aguas residuales domésticas las cuales deberían ser tratadas antes de ingresar a los sistemas de alcantarillado o directamente a los afluentes, ya que estas no conllevan un proceso profundo a diferencia de las aguas industriales las cuales varían según el tipo de industria lo cual significa que dependiendo de qué actividad realicen el tratamiento del agua y los componentes químicos variaran en su totalidad, mientras que en las zonas urbanas el agua siempre va a llevar en ella los mismos tipos de contaminantes como material particulado, químicos de elementos de aseo y grasas, por tal motivo es más fácil diseñar proyectos urbanos donde se trate previamente el agua residual domestica antes de dirigirla a los respectivas redes o afluentes. (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

INDICE DE LABORATORIOS:

Dimensionamiento planta de tratamiento de aguas residuales domesticas

PH

Turbiedad

2. DIMENSIONAMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

2.1 OBJETIVOS

- Identificar los diferentes procesos a la cual será sometida el agua residual.
- Analizar e investigar los diferentes cambios que presenta el agua al ser sometida al tratamiento.
- Calcular los dimensionamientos de cada proceso.

2.2 MARCO TEÓRICO.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) como se observa en la figura 1, son sistemas hidráulicos, que tienen como función principal, eliminar la mayor cantidad de sustancias químicas y partículas de gran tamaño, tóxicas para los afluentes hídricos naturales y el medio biológico que los rodea. Este sistema es útil para las plantas industriales, y alcantarillados residenciales y comerciales, ya que son los medios que más contaminación traen a las fuentes hídricas naturales debido a que es el punto de disposición final de estas aguas contaminadas. (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)



FIGURA 1. Planta de tratamiento de aguas residuales, fotografía recuperada de (CICI, 2017) (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

Las aguas residuales son generadas por todas las actividades diarias del ser humano las cuales provienen del hogar, las industrias, el comercio entre otros; generan un gran impacto al ambiente si no son tratadas, ya que llevan contaminantes como grasas, elementos químicos y materias fecales que van deteriorando el ambiente de los afluentes donde finalmente son depositadas, el deber ser para depositar estas aguas nuevamente a las fuentes hídricas es que sean tratadas previamente, pero industrias piratas no realizan esta actividad ya que genera costos con los cuales no corren, mientras que las empresas que se desarrollan bajo la leyes si no tienen plantas de tratamiento dentro de sus procesos antes de depositar las aguas realizan un respectivo tratado del agua ya sea con elementos químicos como el cloro o por medios anaeróbicos como la implantación de bacterias para reducir la contaminación del agua. (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

El agua residual se clasifica según su composición, pero hay tres tipos que son los que predominan cuando se habla de aguas residuales los cuales son:

- **Aguas residuales domesticas:** compuestas por grasas, material particulado, químicos y residuos sólidos, estas aguas residuales provienen de las actividades diarias del hogar. En todas las actividades domésticas se presentan contaminantes que afectan finalmente de manera directa o indirecta la calidad del agua, puede contener elementos como:
 - ✚ Sólidos
 - ✚ Desechos orgánicos
 - ✚ Detergentes
 - ✚ Jabones
- **Grasas:** A estas aguas también se les conoce como aguas servidas o aguas negras, el deber ser de estas aguas es tratarlas antes de devolverlas al afluente y así reducir el índice de contaminación que se envía a estos como se muestra en la figura 2 también al realizar el debido tratamiento del agua se debe aprovechar la reutilización de estas aguas en actividades como el riego ya que al tener sirven para la fertilización del ecosistema gracias a que

han tenido contacto con materiales químicos producto de los implementos de aseo personal y para el hogar. (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)



FIGURA 2. Contaminación de afluentes por el no tratamiento de las aguas residuales domésticas, imagen tomada de (CRISTIAN, 2016) (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

3. DIMENSIONAMIENTO DE TRAMPA DE GRASAS

Para iniciar dimensionamiento se usa el caudal de diseño, el cual es:

- ✓ Caudal de diseño

$$Qd = V/T$$

- ✓ Volumen De La Trampa De Grasas

$$V = Qd * tr$$

Donde,

V : Volumen de la trampa de grasas. (m^3)

Qd : Caudal de diseño. (m^3/s)

tr: Tiempo de retención. Ver tabla 1.

Tabla 1

Tiempos de retencion hiraulicos.

Tiempo de retencion (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	2 – 9
4	10 – 19
5	20 o más

Tomado de (MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO DIRECCION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO, 2000, pág. E.29) (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

✓ Área superficial.

$$A = \frac{Qd}{Va}$$

Donde,

A: Área superficial (m^2)

Va: Velocidad ascendente (Dado por la Norma RAS 200)

✓ Largo y Ancho de trampa de grasas

$$A = L * B \quad L = 3B \quad B = \sqrt{\frac{A}{4}}$$

Donde,

A: Área superficial (m^2)

B: Ancho trampa de grasas (m)

L : Largo trampa de grasas (m)

- ✓ Profundidad de trampa de grasas

$$H = \frac{V}{A}$$

Donde,

H : Profundidad trampa de grasas (m)

V : Volumen trampa de grasas (m^3)

A : Área trampa de grasas (m^2)

- ✓ Ubicación del Bafle

$$Ub = 0,75 * L$$

- ✓ Altura del Bafle

$$Hb = 0,90 * H$$

- ✓ Espacio entre Bafle y Fondo

$$Ebf = 0,10 * H$$

- ✓ Ubicación de la tubería

$$Utub = 0,50 * B$$

- ✓ Altura de la tubería de entrada

$$Hetb = 0,35 * H$$

- ✓ Caída de la tubería de entrada e ingreso de la tubería de salida

$$\frac{Hectb}{Hsitb} = 0,22 * H$$

4. DIMENSIONAMIENTO DE DESARENADOR

- ✓ Velocidad de sedimentación de partícula

$$V_D = a\sqrt{d}$$

Dónde:

d = Diámetro de partícula (cm)

a = Constante en función del diámetro. Ver tabla 2.

Tabla 2

Constante en función del diámetro.

Diámetro D (mm)	a
$D < 0,1\text{mm}$	51
$0.1\text{mm} < D < 1\text{mm}$	44
$D > 1\text{mm}$	36

Tomado de (S.A., CIVIL EXCEL, S.F.) (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

- ✓ Altura de la cámara de sedimentación

$$H = \frac{Q}{v * B}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

v = Velocidad de flujo (m/s)

B = Ancho de cámara (m)

- ✓ Verificación del tipo de flujo

$$V = \frac{Q}{Rh}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

Rh = Radio hidráulico (m)

- ✓ Numero de Reynolds

$$Re = \frac{V * Rh}{\nu}$$

Donde:

V = Velocidad de flujo (m/s)

Rh = Radio Hidráulico (m)

ν = Viscosidad del agua a 20°

- ✓ Velocidad de sedimentación

La velocidad de sedimentación se determina según el diámetro de partícula, se interpola de ser necesario. Ver tabla 3.

Tabla 3.

Velocidad de sedimentación según el diámetro de la partícula.

D (mm)	Vs (cm/s)
0,05	0,178
0,1	0,692
0,15	1,56
0,2	2,16
0,25	2,7
0,3	3,24
0,35	3,78
0,4	4,32
0,45	4,86
0,5	5,4
0,55	5,94
0,6	6,48
0,7	7,32
0,8	8,07
1	9,44
2	15,29
3	19,25
5	24,9

Tomado de (S.A., CIVIL EXCEL, S.F.) (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

✓ Tiempo de retención

$$T = \frac{H}{V_s}$$

Donde:

H = Altura de desarenador (m)

V_s = Velocidad de sedimentación (m/s)

Longitud de cámara

$$L = k * V_d * T$$

Donde:

k = Coeficiente de seguridad. Ver tabla 4.

V_d = Velocidad de flujo (m/s)

T = Tiempo de retención (sg)

Tabla 4.

Coeficiente de seguridad según la velocidad de escurrimiento o sedimentación.

Velocidad de escurrimiento (m/s)	K
0,2	1,25
0,3	1,5
0,5	2

Tomado de (S.A., CIVIL EXCEL, S.F.) (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

- ✓ Transición de entrada

$$LT = \frac{T2 - T1}{\tan\left(\frac{12.5 * \pi}{180}\right) * 2}$$

Donde:

T1= Espejo de agua en la cámara de sedimentación (m)

T2= Espejo de agua en el canal de entrada (m)

5. DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA DE FILTRACIÓN

- ✓ Caudal de diseño

$$Q_{diseño} = V/t$$

- ✓ Numero de filtros

$$n = 0,044 * \sqrt{Q_{diseño}}$$

- ✓ Caudal de diseño de filtración

$$Q_f = \frac{Q}{n}$$

Dónde:

n = Numero de filtros

$Q_{diseño}$ = Caudal de diseño (m^3/s)

✓ Área del filtro

$$Af = \frac{Qf}{Tf}$$

Donde:

Af = Área del filtro (m^2)

Qf = Caudal de diseño de filtración (m^3/dia)

Tf = Tasa de filtración (m/dia)

✓ Coeficiente de costo mínimo

$$k_c = \frac{2 * n}{1 + n}$$

Donde:

n = Numero de filtros

✓ Ancho del filtro

$$af = \sqrt{\frac{Af}{k_c}}$$

Donde:

Af = Área del filtro (m^2)

k_c = coeficiente de costo mínimo

✓ Largo del filtro

$$L_F = \sqrt{k_c * Af}$$

Donde:

Af = Área del filtro (m^2)

k_c = coeficiente de costo mínimo

5.1 Composición de lecho filtrante

✓ Altura del lecho filtrante

$$HLF = e_z + e_a + e_g$$

Donde:

e_z = Espesor de zeolita (m)

e_a = Espesor de arena (m)

e_g = Espesor de grava (m)

✓ Altura del filtro

$$Z_f = f_s(C_a + HLF + C_s + F_c)$$

Donde:

f_s = Factor de seguridad

C_a = Altura de la capa de agua (m)

C_s = Altura de la capa de soporte de grava (m)

F_c = Altura de drenaje (m)

HLF = Altura de lecho filtrante(m)

✓ Volumen del filtro

$$V_f = Z_f * L_F * a_f$$

Donde:

Z_f = Altura del filtro (m)

L_F = Largo del filtro (m)

a_f = Ancho del filtro (m)

5.2 Determinación del sistema de drenaje

✓ Área de cada orificio

$$A_o = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

D = Diámetro del orificio (m)

✓ Caudal que ingresa a cada orificio

$$Q_o = A_o * v_o$$

Donde:

v_o = Velocidad en el orificio (m/s)

A_o = Área de cada orificio (m^2)

✓ Numero de laterales

$$Nl = n * \frac{L_f}{el}$$

Donde:

Nl = Número de laterales por lado; (Valor asumido)

L_f = Largo del filtro (m)

el = Separación entre laterales (m)

✓ Diámetro de entrada al filtro

$$D_t = \sqrt{\frac{4 * Qf}{\pi * V_t}}$$

Donde:

Qf = Caudal de diseño de filtración (m^3/dia)

v_t = Velocidad tubería afluente (m/s)

✓ Diámetro de salida del filtro

$$D_{ts} = \sqrt{\frac{4 * Qf}{\pi * V_s}}$$

Donde:

Qf = Caudal de diseño de filtración (m^3/dia)

v_t = Velocidad tubería efluente (m/s)

6. PROCEDIMIENTO.

1. Encienda el prototipo
2. Observe su funcionamiento.
3. Informe.
4. Para cada caudal determine dimensiones de:
 - Trampa de grasas
 - Desarenador
 - Aireador
 - Filtro granular
5. Describa cada proceso y diligencie las tablas que se muestran a continuación con base a las formulas mostradas anteriormente y a los datos obtenidos durante el análisis del proceso.

Tabla 5

Valores obtenidos para el dimensionamiento de la trampa de grasas.

Cauda de diseño Qd	Qd		L/s
			m ³ /s
Tiempo de retención Tr ≥ 2,5 min	Tr		min
Volumen trampa de grasas	V= Qd * Tr		L
			m ³
Velocidad ascendente	Va		m/s
Área superficial trampa de grasas	A		m ²
Largo trampa de grasas	L		m
Ancho trampa de grasas	B		m
Altura trampa de grasas	H		m
Ubicación del Bafle	Ub		m
Altura del Bafle	Hb		m
Espacio entre Bafle y Fondo	Ebf		m
Ubicación de la tubería	Utub		m
Altura de la tubería de entrada	Hetb		m
Caída de la tubería de entrada ingreso de la tubería de salida	Hectb/Hsitp		m

Tabla diseñada por los autores. (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

Tabla 6

Valores obtenidos para el dimensionamiento del desarenador.

Caudal de diseño (Q)		L/s
		m ³ /s
Diámetro de la partícula (D)		mm
Rugosidad de manning (n)		
Pendiente de entrada y de salida		
Velocidad de flujo (Vd)		cm/s
		m/s
Ancho de cámara (B) Asumido		M
Altura de la cámara de sedimentación (H)		M
Verificación del tipo de flujo (V)		m/s
Radio hidráulico (Rh)		M
Viscosidad de flujo (Vf)		
Numero de Reynolds (Re)		
Velocidad de sedimentación (Vs)		cm/s
		m/s
Tiempo de retención (T)		seg
Longitud de la cámara (L)		m
Coeficiente de seguridad (k)		
Transición de entrada (Lt)		m
Espejo de agua en la cámara de sedimentación (T2)		m
Espejo de agua en el canal de entrada (T1)		m

Tabla diseñada por los autores. (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

Tabla 7.

Valores obtenidos para el dimensionamiento del filtro de flujo.

Caudal de diseño (Q)		L/s
		m ³ /s
Perdida por remoción de logos 5%		
Caudal de diseño (Qd)		m ³ /dia
Numero de filtros (n)		≈
Caudal de diseño de filtración (Qf)		m ³ /dia
Área del filtro (Af)		m ²
Coeficiente de costo mínimo (kc)		
Acho del filtro (af)		m
Largo del filtro (Lf)		m
Altura lecho filtrante (HLF)		m
Altura del filtro (Zf)		m
Factor de seguridad Fs=10%		
Volumen del filtro (Vf)		m ³
Área de cada orificio (Ao)		m ²
Caudal de ingreso a cada orificio (Qo)		m ³ /s
Numero de laterales (NI)		≈
Diámetro de entrada al filtro (Dt)		m
Diámetro de salida del filtro (Dts)		m

Tabla diseñada por los autores. (DIEGO RODRIGUEZ, 2019)

7. PH

7.1 OBJETIVOS.

- Identificar la acides del agua residual antes y después de ser tratada.

7.2 MARCO TEÓRICO.



FIGURA 3. Descripción de los valores del pH, imagen tomada de (S.A., ECURED, 2017)

7.2.1 La escala de pH

La escala de pH mide el grado de acidez de un objeto. Los objetos que no son muy ácidos se llaman básicos. La escala tiene valores que van del cero (el valor más ácido) al 14 (el más básico). Tal como puedes observar en la escala de pH que aparece arriba, el agua pura tiene un valor de pH de 7. Ese valor se considera neutro – ni ácido ni básico. La lluvia limpia normal tiene un valor de pH de entre 5.0 y 5.5, nivel levemente ácido. Sin embargo, cuando la lluvia se combina con dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno—producidos por las centrales eléctricas y los automóviles—la lluvia se vuelve mucho más ácida. La lluvia ácida típica tiene un

valor de pH de 4.0. Una disminución en los valores de pH de 5.0 a 4.0 significa que la acidez es diez veces mayor. (EPA, s.f.)

7.2.2 Cómo se mide el pH

En los laboratorios se emplean numerosos dispositivos de alta tecnología para medir el pH. Una manera muy fácil en la que puedes medir el pH es usando una tira de papel tornasol. Cuando tocas algo con una tira de papel tornasol, el papel cambia de color dependiendo de si la sustancia es ácida o básica. Si el papel se vuelve rojo es porque la sustancia es ácida, y si se vuelve azul quiere decir que la sustancia es básica. (EPA, s.f.)



FIGURA 4. Cintas medidoras de pH, imagen tomada de (S.A., MATERIALES DE LABORATORIO, S.F.)

7.3 MATERIALES.

- ❖ Recipiente para tomar muestra de agua
- ❖ Cinta tornasol

7.4 PROCEDIMIENTO.

1. Se toma una muestra del agua antes de ser tratada y se mide el pH con el papel tornasol

2. Se toma una muestra del agua después de ser tratada y se mide el pH con el papel tornasol

8. TURBIEDAD

8.1 OBJETIVOS.

- ❖ Identificar la coloración del agua antes y después del tratamiento,

8.2 MARCO TEÓRICO.

Se entiende por turbidez o turbiedad a la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión. Cuanto mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido, mayor será el grado de turbidez.

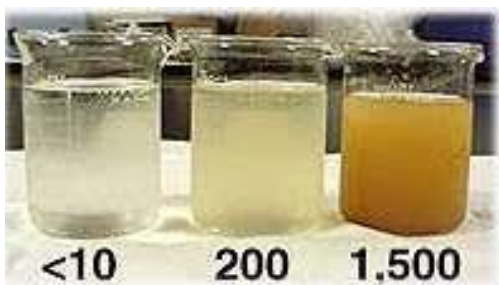


FIGURA 5. Escala de turbidez de agua, imagen tomada de (Toro C. G., 2011)

8.3 MATERIALES.

- ✓ Recipiente para tomar muestra
- ✓ Escala de turbiedad

8.4 PROCEDIMIENTO.

1. Se toma una muestra del agua antes de ser tratada y se mide la turbiedad con la escala
2. Se toma una muestra del agua después de ser tratada y se mide la turbiedad con la escala.

Referencias

- CICI. (01 de 05 de 2017). *INCORE*. Obtenido de <http://www.incoreinsightlytics.com/dbfot-of-sewage-treatment-plant/>
- CRISTIAN, J. Y. (23 de 06 de 2016). *NUEVA ESPARTA*. Obtenido de <http://blogproyecto2c10.blogspot.com/2016/06/razones-por-las-cuales-no.html>
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO DIRECCION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. (NOVIEMBRE de 2000). REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS 2000. *TITULO E*. BOGOTA D.C., COLOMBIA.
- S.A. (12 de 12 de 2017). *ECURED*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/PH_\(acidez\)](https://www.ecured.cu/PH_(acidez))
- S.A. (S.F.). *CIVIL EXCEL*. Obtenido de <https://www.civilexcel.com/2015/02/calculo-de-un-desarenador-incluye.html>
- S.A. (S.F.). *MATERIALES DE LABORATORIO*. Obtenido de <https://materialesdelaboratorio.info/papel-tornasol>
- Toro, C. G. (Octubre de 2011). *MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA*. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>