

Anejo N° 1

Dimensionamiento

Índice

1. Bases de Diseño
2. Resultados a Obtener
3. Esquema de Tratamiento Propuesto
4. Tamizado
5. Dosificaciones
6. Flotador
7. Balsa de Homogeneización
8. Reactor Biológico Anaerobio
9. Reactor Biológico Aerobio
10. Decantación Secundaria
11. Desinfección
12. Filtración
13. Producción de Fangos
14. Espesamiento por Gravedad

15. Deshidratacion de los Fangos

14.1 Acondicionamiento del Fango

14.2 Centrifuga

1. BASES DE DISEÑO

Las bases de diseño utilizadas para el dimensionado de las operaciones físico-químicas y biológicas de la Planta de tratamiento de efluentes, son las siguientes:

- Características del agua a tratar:

Caudales de tratamiento:

Caudal a tratar	375 m ³ /día
Caudal a tratamiento físico-químico	35 m ³ /h
Caudal a tratamiento biológico	15,6 m ³ /h
Caudal a tratamiento de afino	16 m ³ /h

Parámetros del agua residual a tratar:

DQO	13.000 á 15.000 mg/l
DBO ₅	6.000 á 8.000 mg/l
pH.....	3 a 12
SS	470 mg/l
N-NH ₄ ⁺	48 mg/l
N-NTK	60 mg/l
Temp.	ambiente

2. RESULTADOS A OBTENER

Las características del vertido procedente de la planta deberán cumplir con las de la siguiente tabla:

Parámetro (Unidades)	Nota	Valor Límite
pH	(A)	5,5 - 9,5
Sólidos en suspensión (mg/l)	(B)	80
Materias sedimentables (ml/l)	©	0,5
Sólidos gruesos		Ausentes
D.B.O. 5 (mg/l)	(D)	40
D.Q.O. (mg/l)	(E)	160
Temperatura (°C)	(F)	3
Color (estimada sobre 10 cm de muestra diluida)	(G)	Inapreciable en disolución 1 / 20
Aluminio (mg/l) *	(H)	1
Arsénico (mg/l) *	(H)	0,5
Bario (mg/l) *	(H)	20
Boro (mg/l) *	(H)	2
Cadmio (mg/l) *	(H)	0,1
Cromo III (mg/l) *	(H)	2
Cromo VI (mg/l) *	(H)	0,2
Hierro (mg/l) *	(H)	2
Manganeso (mg/l) *	(H)	2
Níquel (mg/l) *	(H)	2
Mercurio (mg/l) *	(H)	0,05
Plomo (mg/l) *	(H)	0,2
Selenio (mg/l) *	(H)	0,03
Estaño (mg/l) *	(H)	10
Cobre (mg/l) *	(H)	0,2
Cinc (mg/l) *	(H)	3
Tóxicos metálicos. La suma de las fracciones concentración real / límite exigido re a los elementos tóxicos (arsénico, cadmio, cromo VI, níquel, mercurio, plomo, sele cobre y cinc) no superará el valor 3		3
Cianuros (mg/l)		0,5
Cloruros (mg/l)		2.000
Sulfuros (mg/l)		1
Sulfitos (mg/l)		1
Sulfatos (mg/l)		2.000
Fluoruros (mg/l)		6
Fósforo total (mg/l)	(K)	10

Amoníaco (mg/l)	(K)	15
Nitrógeno nítrico (mg/l)	(L)	10
Aceites y grasas (mg/l)	(L)	20
Fenoles (mg/l) **	(M)	0,5
Aldehidos		1
Detergentes (mg/l) ***	(N)	2
Pesticidas (mg/l)	(P)	0,05

Notas:

- (A) La dispersión del efluente a 50 metros del punto de vertido debe conducir a un pH comprendido entre 6.5 y 8.5.
- (B) No atraviesan una membrana filtrante de 0.45 micras
- (C) Medidas en cono Imhoff en 2 horas
- (D) Para efluentes industriales, con oxidabilidad muy diferente a un efluente doméstico tipo, la concentración límite se referirá al 70% de la DBO total.
- (E) Determinación al bicromato potásico.
- (F) En ríos, el incremento de temperatura media de una sección fluvial tras la zona de dispersión no superará los 3°C. En lagos o embalses, la temperatura del vertido no superará los 30°C-
- (G) La apreciación del color se estima sobre 10 centímetros de muestra diluida.
- (H) El límite se refiere al elemento disuelto, como ión o en forma compleja.
- (K) Si el vertido se produce a lagos o embalses, el límite se reduce a 0.5 en previsión de brotes eutróficos.
- (L) En lagos o embalses el nitrógeno total no debe superar 10mg/l, expresado en Nitrógeno.
- (M) Expresado en $C_6O_{14}H_6$.
- (N) Expresado en Lauril sulfato
- (P) Si se tratase exclusivamente de pesticidas fosforados puede admitirse un máximo de 0.1mg/l.

3. ESQUEMA DE TRATAMIENTO PROPUESTO

A partir de los valores indicados en las Bases de Diseño y de los rendimientos a alcanzar, se ha diseñado una instalación con los siguientes unidades, y número de líneas de tratamiento.

<u>Línea de tratamiento de agua</u>	<u>Nº de equipos</u>
Tratamiento físico – químico:	
Roto tamiz	1
Contenedor	1
Serpentín de mezcla de reactivos	1
Flotador	1
Bomba de recirculación a calderín	1
Calderín de presurización	1
Tanque de almacenamiento de sosa	1
Bombeo de dosificación de sosa	3 (2+1R)
Tanque de almacenamiento de ácido	1
Bombeo de dosificación de ácido	3 (2+1R)
Tanque de almacenamiento de coagulante	1
Bombeo de dosificación de coagulante	2 (1+1R)
Tanque de almacenamiento de floculante	1
Bombeo de dosificación de floculante	2 (1+1R)
Balsa de homogeneización:	
Agitador sumergido	1
Bombeo a tratamiento biológico	2 (1+1R)
Tratamiento biológico:	
Tratamiento biológico anaerobio:	
Intercambiador de recuperación de calor	1
Intercambiador principal de calor entrada	1
Bomba de aporte agua caliente	1

Intercambiador secundario de calor	1
Bomba de aporte de agua caliente	1
Caldera de agua caliente	1
Parrilla de distribución inferior del reactor	1
Conjunto de separadores de tres fases	1
Campana de extracción de biogás	1
Purgador de biogás	1
Antorcha de biogás	1
Bomba de recirculación y vertido	2 (1+1R)
Tratamiento biológico aerobio:	
Agitador sumergido zona anóxica	1
Parrillas de difusores zona aerobia	3
Soplantes de aireación	3 (2+1R)
Bombeo de licor mixto	2 (1+1R)
Decantador secundario	1
Bombeo de recirculación de lodos	2 (1+1R)
Bombeo de purga de lodos	2 (1+1R)
Tratamiento de afino:	
Tanque de almacenamiento de hipoclorito sódico	1
Bombeo de dosificación de hipoclorito sódico	2 (1+1R)
Bombeo a tratamiento de afino	2 (1+1R)
Filtro de arena – antracita	2
Arqueta de control de vertidos	1

Línea de tratamiento de lodos

Nº de equipos

Bombeo lodos flotador	2 (1+1R)
Espesador de lodos	1
Bombeo de lodos a centrífuga	2 (1+1R)
Centrífuga	1
Contenedor	1
Equipo de preparación de polielectrolito	1

Bombeo dosificación de polielectrolito

2 (1+1R)

4. TAMIZADO

Los vertidos a depurar se bombean desde la balsa de laminación externa a la planta de tratamiento, mediante un colector al tamiz rotativo de esta, para eliminación de los sólidos gruesos.

Las características del tamiz rotativo son las siguientes:

Caudal de tratamiento: 375 m³/día

Caudal máximo de tratamiento: 50 m³/h

Caudal medio de tratamiento: 35 m³/h

Paso de la malla del tamiz: 1 mm

Los sólidos retenidos en el tamiz se depositan por gravedad en un contenedor de 5 m³ de capacidad, para su transporte a gestión externa.

5. DOSIFICACIONES

Tiene por objeto acondicionar los sólidos en suspensión presentes en el vertido por medio de un tratamiento de coagulación floculación, para facilitar su posterior separación en el flotador.

Dosificación de sosa cáustica:

Servicio: Dosificación al serpentín de mezcla y a la balsa de homogeneización para regular el pH del vertido.

Producto: Sosa cáustica diluida entre el 20 y 50%

Caudal máximo de dosificación: 80 l/h

Control de la dosificación mediante un pH-metro instalado en el serpentín y en balsa de homogeneización.

Tanque de almacenamiento:

Capacidad: 20 m³

Tiempo entre reposiciones: 3 semanas

Dosificación de ácido clorhídrico:

Servicio: Dosificación a la balsa de homogeneización para regular el pH del vertido

Producto: ácido clorhídrico diluido entre el 34% y 34%

Caudal máximo de dosificación: 80 l/h

Control de la dosificación mediante un pH-metro instalado en la balsa de homogeneización

Tanque de almacenamiento:

Capacidad: 20 m³

Tiempo entre reposiciones: 3 semanas

Dosificación de coagulante:

Servicio: Dosificación al serpentín de mezcla como coagulante

Producto: Sulfato de alumina comercial al 40%

Dosificación: De 150 a 200 ppm

Caudal máximo de dosificación: 10 l/h

Tanque de almacenamiento:

Capacidad: 1 m³

Tiempo entre reposiciones: 1 semana

Dosificación de floculante:

Servicio: Dosificación al serpentín de mezcla como floculante

Producto: polielectrolito comercial al 0,1%

Dosificación: De 0,5 a 1 ppm

Caudal máximo de dosificación: 70 l/h

Tanque de almacenamiento:

Capacidad: 1 m³

Tiempo entre reposiciones: 3 días

6. FLOTADOR

El flotador tipo DAF tiene por misión separar los sólidos en suspensión presentes en el efluente.

Bases de diseño

Vertido	375 m ³ /día
Caudal máximo de entrada	50 m ³ /h
Caudal medio de entrada	35 m ³ /h

Parámetros de entrada del vertido a tratar:

DQO	13.000 á 15.000 mg/l
DBO ₅	6.000 á 8.000 mg/l
pH.....	3 a 12
SS	470 mg/l
N-NH ₄ ⁺	48 mg/l
N-NTK	60 mg/l
Temp.	Ambiente

Rendimientos de eliminación esperados en el tratamiento:

DQO	40 %
DBO ₅	40 %
SS	80 %
N-NTK	10 %

Parámetros de salida del vertido tratado:

DQO	7.800 á 9.000 mg/l
DBO ₅	3.600 á 4.800 mg/l
SS	94 mg/l
N-NTK	54 mg/l

Cálculos

El flotador es de tipo lamelar, con un paquete de lamelas con una superficie proyectada de $45,68 \text{ m}^2$ por lo que la carga hidráulica del equipo será la siguiente:

Carga hidráulica a caudal máximo:

$$\frac{50 \text{ m}^3/\text{h}}{45,68 \text{ m}^2} = 1,09 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$$

Carga hidráulica a caudal medio:

$$\frac{35 \text{ m}^3/\text{h}}{45,68 \text{ m}^2} = 0,77 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$$

En ambos casos inferior a $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ que es la recomendada para este tipo de equipo.

Para la producción de microburbujas se dispone del siguiente equipamiento:

Bomba de recirculación de agua:

Caudal de diseño: $30 \text{ m}^3/\text{h}$
Altura manométrica: 5 bar

Un calderín de presurización:

Tipo: Cilíndrico vertical
Presión de diseño: 8 bar
Capacidad útil: 500 litros
Alimentación de aire comprimido:

Caudal máximo de aporte:	10 Nm ³ /h
Presión de entrada:	6 bar
Control de inyección de aire:	Por nivel en calderín

7. Balsa de Homogeneización

Bases de diseño

Vertido	375 m ³ /día
Caudal máximo instantáneo de entrada	50 m ³ /h
Caudal medio instantáneo de entrada	35 m ³ /h
Caudal medio de salida.....	15,6 m ³ /h
Tiempo de retención a volumen máximo	12 h
Volumen útil de la balsa	188 m ³

Dimensiones interiores de la balsa:

Longitud.....	14,0 m
Ancho.....	5,0 m
Altura a vertedero	2,7 m
Altura total	3,0 m

Para su agitación se dispondrá de un agitador sumergido.

En el extremo de la balsa de homogeneización se dispondrá de un poceto en el que se instalarán dos bombas centrífugas sumergibles, una en reserva, de las siguientes características:

Caudal de diseño.....	15,6 m ³ /h
Altura manométrica	30 mca

8. REACTOR BIOLÓGICO ANAERÓBIO

Bases de diseño

Vertido	375 m ³ /día
Caudal medio de entrada	15,6 m ³ /h

Parámetros del vertido a tratar:

DQO	7.800 á 9.000 mg/l
DBO ₅	3.600 á 4.800 mg/l
SS	94 mg/l
N-NTK	54 mg/l

Rendimientos de eliminación esperados en el tratamiento:

DQO	80 %
DBO ₅	80 %
SS	50 %
N-NTK	10 %

Parámetros esperados de salida del vertido tratado:

DQO	1.560 á 1.800 mg/l
DBO ₅	720 á 960 mg/l
SS	47 mg/l
N-NTK	49 mg/l

La concentración de DQO en el agua de entrada al reactor es:

$$\text{DQO} = 9.000 \text{ mg/l (3.375 Kg/día)}$$

Las dimensiones útiles del reactor adoptadas son las siguientes:

Diámetro : 8,8 m

Calado de agua : 6,5 m

De donde se obtiene un volumen útil de 395 m^3

Los parámetros de operación en el reactor son los siguientes:

$$\text{Carga} = \frac{3.375 \text{ Kg } DBO_5 / \text{dia}}{395 \text{ m}^3} = 8,54 \text{ Kg } DQO / \text{dia} / \text{m}^3$$

$$\text{Tiempo de retención a caudal medio} = \frac{395 \text{ m}^3}{15,6 \text{ m}^3 / \text{h}} = 25,3 \text{ h}$$

La producción de biogás esperada es la siguiente:

Carga de DQO de entrada: 3.375 Kg/día

Considerando una eliminación de DQO del 90% y una producción de biogás de $0,4 \text{ m}^3$ de gas/ Kg de DQO eliminada, se tiene una producción máxima de:

$$\text{Producción máxima de biogás} = 3.375 \times 0,9 \times 0,4 = 1.215 \text{ m}^3 \text{ de gas/ día}$$

Considerando que este se produce en 16 horas al día, la producción horaria de gas, será de:

$$\text{Producción horaria} = 1.215 / 16 = 75,94 \text{ m}^3 \text{ de gas/ h}$$

Por seguridad la antorcha se diseñara para quemar 100 m^3 de gas/ h

9. REACTOR BIOLÓGICO AEROBIO

Bases de diseño

Vertido	375 m ³ /día
Caudal medio de entrada	15,6 m ³ /h

Parámetros del vertido a tratar:

DQO	1.560 á 1.800 mg/l
DBO ₅	720 á 960 mg/l
SS	47 mg/l
N-NTK	49 mg/l

La concentración de DBO₅ en el agua de entrada al reactor biológico es:

$$DBO_5 = 960 \text{ mg/l (360 Kg/día)}$$

Las dimensiones útiles del reactor adoptadas son las siguientes:

Ancho	:	5,0 m
Longitud	:	56 m
Calado de agua	:	5,0 m

De donde se obtiene un volumen útil de 1.400 m³

Los parámetros de operación en el reactor son los siguientes:

$$\text{Carga volumica} = \frac{360 \text{Kg DBO}_5 / \text{dia}}{1.400 \text{m}^3} = 0,26 \text{Kg DBO}_5 / \text{dia} / \text{m}^3$$

$$\text{Sólidos en el reactor} = 3,5 \text{ KgST/m}^3 \times 1.400 \text{ m}^3 = 4.900 \text{ KgST}$$

$$\text{Carga masica} = \frac{360 \text{ Kg DBO}_5/\text{dia}}{4.900 \text{ KgST}} = 0,07 \text{ Kg DBO}_5 / \text{KST} / \text{dia}$$

$$\text{Fangos en exceso} = 1,2 \times \text{Cm}^{0,23} \times \text{KgDBO}_5 \text{ elim.}$$

$$\text{Fe} = 1,2 \times 0,08^{0,23} \times 360 = 237 \text{ KgST/día}$$

De donde la edad del fango en el reactor es de:

$$\text{Edad del fango} = \frac{4.900 \text{ kgST}}{237 \text{ kgST/día}} = 20,68 \text{ dias}$$

$$\text{Tiempo de retención a caudal medio} = \frac{1.400 \text{ m}^3}{15,6 \text{ m}^3/\text{h}} = 90 \text{ h}$$

Demanda de oxígeno en condiciones de campo:

a) Demanda de oxígeno para la respiración endógena.

El oxígeno necesario para la respiración endógena es proporcional a la masa celular presente en el reactor y la constante de proporcionalidad ($K_{re} = 0,16$) depende de la carga másica a la que se opera la planta.

$$0,066 \text{ kgO}_2/\text{día}/\text{kgDBO}_5 \times 4.900 \text{ kgST}/24 \text{ h/d} = 13,48 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

b) Demanda de oxígeno para la eliminación de DBO

El oxígeno necesario para la eliminación de la materia orgánica biodegradable es proporcional a la DBO₅ eliminada y la constante de proporcionalidad (ksi = 0,65) depende de la carga másica a la que opera la planta.

$$0,65 \text{ kgO}_2/\text{kgDBO}_5 \times 360 \text{ kg DBO}_5/24 \text{ h/d} = 9,75 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

c) Demanda de oxígeno para nitrificación

El oxígeno necesario para la reacción de nitrificación es de 4,6 kgO₂/ N .

$$4,6 \text{ kgO}_2/\text{kgN} \times 18,23 \text{ kg N}/24 \text{ h/d} = 3,49 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

d) Recuperación de oxígeno en la desnitrificación

El oxígeno recuperado en la reacción de desnitrificación se considera el 50% del empleado para la nitrificación, por lo que considerando un rendimiento del 70% de eliminación se tiene.

$$3,49 \times 0,5 \times 0,7 = 1,22 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Lo que hace una demanda total de oxígeno de:

$$13,48 + 9,75 + 3,49 - 1,22 = 25,5 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

La punta global de oxígeno es de 1,65.

Así pues el consumo horario máximo de oxígeno será:

$$25,5 \text{ kg o}_2/\text{h} \times 1,65 = 42,08 \text{ kg o}_2/\text{h}$$

La demanda de oxígeno en condiciones standard viene dada por el factor de corrección de campo que puede determinarse aplicando la siguiente fórmula:

$$FCF = \left(\frac{\beta \times ACF \times C_{sw} - C_1}{C_{ss}} \right) \times ALFA \times 1,024^{(T-20)}$$

Siendo:

β = factor de corrección por salinidad y tensión superficial

ACF = factor de corrección por altitud

$ALFA$ = factor de transferencia de los difusores

T = temperatura del agua residual de la planta

C_{sw} = concentración de saturación de O_2 en el agua limpia a la temperatura T .

C_{ss} = concentración de saturación de O_2 en agua limpia a $20^\circ C$

C_1 = concentración de O_2 que quiere mantenerse en el agua del reactor biológico

Para una temperatura de $25,0^\circ C$ y una altitud de 30 m resulta un factor de corrección de campo de:

$$FCF = \frac{0,95 \times 0,9 \times 10,07 - 2}{9,17} \times 0,6 \times 1,024^{(25-20)} = 0,49$$

Con lo cual el consumo de oxígeno en condiciones standard es de:

$$\text{Consumo medio} = 25,5 / 0,49 = 52,04 \text{ kg } O_2/h$$

$$\text{Consumo máximo} = 42,08 / 0,49 = 85,88 \text{ kg } O_2/h$$

El caudal de aire necesario se calcula aplicando las siguientes fórmulas:

Densidad del aire a $20^\circ C$ y presión atmosférica.....: 1.202 Kg/m^3

Porcentaje en peso de O_2 en el aire.....: 23%

$$Q_{aire}(Nm^3/h) = \frac{O_2 \text{ st.}(Kg/h)}{1.202(Kg/m^3) * 0.23(Kg O_2/Kg aire) * O.T.E}$$

Donde:

O_2 = Kilos de oxígeno standard que hay que suministrar

$O.T.E.$ = Eficacia en transferencia de oxígeno y que se determina por la ecuación:

$$O.T.E = \frac{9,4065 * (DEN)^{0,1144} * (SUB)^{0,9937}}{(Q)^{0,1954}}$$

donde:

DEN = Densidad de difusores /m²

SUB = Sumergencia de los difusores

Q = Caudal de aire por difusor

En el presente caso se tendrá

$$OTE = \frac{9,4065 \times 0,9^{0,1144} \times 5^{0,9937}}{4^{0,1954}} = 35,1\%$$

$$Q_{aire}(Nm^3/h)_{medio} = \frac{52,04}{1,202 \times 0,23 \times 0,351} = 536,29$$

$$Q_{aire}(Nm^3/h)_{máximo} = \frac{85,88}{1,202 \times 0,23 \times 0,351} = 885,02$$

En este caso la superficie aireada es la correspondiente a las tres últimas cámaras del reactor:

$$14 \times 5 \times 3 = 210 \text{ m}^2$$

Nº de difusores instalados: $210 \text{ m}^2 \times 0,9 \text{ Ud} = 189 \text{ Ud}$.

Seleccionándose una cantidad de 220 unidades.

Caudal de aire por difusor a Q_{med} . = $536,29 / 220 = 2,44 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Caudal de aire por difusor a Q_{max} . = $885,02 / 220 = 4,02 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Por otro lado hay que tener en cuenta que es necesario aportar un caudal de aire que permita mantener la agitación necesaria para evitar sedimentaciones.

Un parámetro usual para calcular el requerimiento de aire para agitación es considerar un aporte de $3,24 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$. En este caso resultaría por cada cámara del reactor un caudal mínimo de aire de:

$$3,24 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2) * 70 \text{ m}^2 = 226,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nº de difusores instalados:

Primera cámara oxica: 90 Ud.

Segunda cámara oxica: 70 Ud.

Tercera cámara oxica: 60 Ud.

La cámara más desfavorable es la tercera:

$$60 \text{ Ud. difusores} \times 2,44 \text{ Nm}^3/\text{h} = 146,4 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Inferior al mínimo de agitación, por este motivo el caudal de aireación mínimo será de:

$$226,8 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 220 / 60 = 831,6 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Se seleccionan dos (2) soplantes, una (1) en reserva con una capacidad de aporte unitario de aire de 835 Nm³/h.

Recirculación de licor mixto:

A la salida del reactor se dispone de una arqueta desde la que se recircula el licor mixto, para ello se dispone de dos bombas centrifugas sumergibles, una en reserva, diseñadas para bombear un caudal de 75 m³/h a la primera cámara anóxica del reactor biológico.

10. DECANTACIÓN SECUNDARIA

Para el proceso de decantación secundaria se ha proyectado un decantador para trabajar con el siguiente caudal:

Caudal medio: : 15,6 m³/h

Dimensiones unitarias principales:

Diámetro decantador : 6,0 m

Altura cilíndrica : 3,5 m

Altura de agua media : 3,0 m

Pendiente del fondo : 12 %

Ancho canal perimetral : 0,5 m

Ancho pared canal perimetral : 0,15 m

Dados los datos anteriores se calcula:

- Superficie decantación

$$\eta \times \frac{6^2}{4} = 28,27 \text{ m}^2$$

- Volumen útil

$$28,27 \times 3,0 = 84,81 \text{ m}^3$$

- Longitud del vertedero

$$\eta \times (6 - 2 \times (0,5 + .15)) = 14,76 \text{ m}$$

Condiciones de operación:

Carga hidráulica a caudal medio:

$$\frac{15,6m^3/h}{28,27m^2} = 0,55 m^3 / h / m^2$$

Tiempo retención a caudal medio:

$$\frac{84,81 m^3}{15,6m^3/h} = 5,43 h$$

Carga sobre vertedero a caudal medio:

$$\frac{15,6m^3/h}{14,76m} = 1,06m^3 / h / m$$

Bombeo de recirculación de lodos

Desde este equipo se purgan los lodos a una arqueta de lodos, donde se sitúan las bombas de recirculación de lodos al reactor biológico, para mantener en este la concentración de fangos activos requeridos para el tratamiento. Para ello se dispone de dos bombas centrífugas sumergibles, una en reserva, diseñadas para recircular un caudal de 24 m³/h a la primera cámara anóxica del reactor biológico. Se ha seleccionado este caudal superior al necesario según cálculo, de 9,7 m³/h, para poder garantizar en todo momento la concentración de fangos en el reactor, siguiendo el criterio generalizado de mantener una capacidad de recirculación superior a 1,5 veces el caudal de entrada al mismo.

11. DESINFECCION

Para desinfectar el efluente y mantenerlo dentro de las exigencias de vertido, se dosificara al agua clarificada procedente del decantador secundario una dosis de hipoclorito sódico.

A efectos de cálculo para el dimensionamiento de la bomba dosificadora, se establecerá una dosis de dosificación de 20 ppm de cloro activo, que viene a ser el doble de la requerida.

Dosis de diseño: 20 ppm de cloro activo

Producto a dosificar: hipoclorito sódico comercial diluido al 13%

Concentración de cloro activo del producto: 160 g/l

Para un caudal de 15,6 m³/h, se requieren 312 g/h de cloro activo o lo que es lo mismo de 1,95 l/h de producto comercial.

Caudal de diseño de las bombas dosificadoras: 0 a 4 litros horas

Tanque de almacenamiento:

Capacidad: 1.000 litros

Tiempo entre reposiciones: 3 semanas

12. FILTRACION

Para el proceso de filtración se han proyectado 2 filtros de doble lecho para trabajar con el siguiente caudal:

Caudal máximo unitario	:	16	m ³ /h
Caudal medio unitario	:	8	m ³ /h

Dimensiones unitarias principales:

Diámetro interior filtro	:	1,4	m
Altura cilíndrica	:	2,15	m

Dados los datos anteriores se calcula:

- Superficie de filtración

$$\eta \times \frac{1,4^2}{4} = 1,54 \text{ m}^2$$

- Volumen útil

$$1,54 \times 2,15 = 3,31 \text{ m}^3$$

Condiciones de operación:

Carga hidráulica a caudal máximo en fase de lavado:

$$\frac{16 \text{ m}^3/\text{h}}{1,54 \text{ m}^2} = 10,4 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{m}^2$$

Carga hidráulica a caudal medio en fase de operación:

$$\frac{8m^3/h}{1,54m^2} = 5,2 m^3 / h / m^2$$

Tiempo retención a caudal máximo:

$$\frac{3,31m^3}{16m^3/h} = 0,2 h \approx 12 \text{ min.}$$

Tiempo retención a caudal medio:

$$\frac{3,31m^3}{8m^3/h} = 0,4 h \approx 24 \text{ min.}$$

Para una carga volumica de arena de $10 m^3$ de agua / m^3 de arena / h se requiere un volumen de arena de:

$$\frac{8m^3/h}{10} = 0,8 m^3 \text{ arena}$$

Con lo que la altura del lecho de arena será de:

$$0,8 m^3 \text{ de arena} / 1,54 m^2 = 0,52 m$$

Para una carga volumica de antracita de 10 m^3 de agua / m^3 de antracita / h se requiere un volumen de antracita de:

$$\frac{8 \text{ m}^3/\text{h}}{10} = 0,8 \text{ m}^3 \text{ antracita}$$

Con lo que la altura del lecho de antracita será de:

$$0,8 \text{ m}^3 \text{ de antracita} / 1,54 \text{ m}^2 = 0,52 \text{ m}$$

Por tanto la altura del doble lecho será de 1,04 m, con lo que se tiene una cámara de expansión para el lavado de $2,15 - 1,04 = 1,11 \text{ m}$

Los filtros se lavaran con el propio agua clarificada, entrando en el momento del lavado la bomba de alimentación a filtros que se mantenía en reserva, por lo que el caudal de lavado será de aproximadamente $16 \text{ m}^3/\text{h}$ a una velocidad de 10,4 m/h y un tiempo de lavado de 30 minutos. El agua procedente de este lavado se retornara a la balsa de homogeneización.

13. PRODUCCIÓN DE FANGOS

Existen dos tipos de fangos, unos primarios procedentes del tratamiento físico-químico por flotación y los otros procedentes de las purgas del proceso biológico.

Para el cálculo de la purga de fangos biológicos se usa la fórmula de Huisken:

$$Fe = 1.2 \times Cm^{0.23} \times KgDBO_5$$

Donde:

Fe : Fangos en exceso (Kg SS/día)

Cm : Carga másica de trabajo

KgDBO₅ : DBO₅ eliminada en el reactor biológico

resultando una cantidad diaria de fangos biológicos en exceso de:

$$Fe = 1,2 \times 0,07^{0,23} \times 360 = 237 \text{ KgSS/día}$$

Suponiendo una concentración de sólidos del 0,8 % en los fangos purgados, el caudal diario a extraer es de:

$$Caudal\ diario = \frac{237 \text{ Kg SS/día}}{8 \text{ Kg SS/m}^3} = 29,6 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para la extracción de estos fangos se instalarán 2 bombas centrífugas sumergibles, 1 en reserva, de 7 m³/h de caudal unitario, que permitirán realizar la purga en un tiempo:

$$\frac{29,6 \text{ m}^3/\text{día}}{7 \text{ m}^3/\text{h}} = 4,23 \text{ horas/día}$$

Para el cálculo de la purga de los fangos primarios se considera una tasa de purga de 1,0 Kg de SS/ 1,2 Kg de DQO eliminada:

Concentración de DQO a la entrada del tratamiento: 15.000 mg/l
Carga de DQO a la entrada del tratamiento: 5.625 Kg/día
Concentración de DQO a la salida del tratamiento: 9.000 mg/l
Carga de DQO a la salida del tratamiento: 3.375 Kg/ día

DQO eliminada: 2.250 Kg
Carga de sólidos purgados: 1.875 Kg

Suponiendo una concentración de sólidos del 2 % en los fangos purgados, el caudal diario a extraer es de:

$$\text{Caudal diario} = \frac{1.875 \text{ Kg SS/día}}{20 \text{ Kg SS/m}^3} = 93,75 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para la extracción de estos fangos se instalarán 2 bombas centrifugas horizontales, 1 en reserva, de 20 m³/h de caudal unitario, que permitirán realizar la purga en un tiempo:

$$\frac{93,75 \text{ m}^3/\text{día}}{20 \text{ m}^3/\text{h}} = 4,7 \text{ horas/día}$$

Sumando las cargas de lodos primarios y biológicos se tienen los siguientes valores:

Carga de sólidos total: 2112 Kg SS
Caudal de lodos total: 123,35 m³ / día
Concentración media: 1,7 %

14. ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

Se construirá 1 espesador para tratar la producción diaria de fangos que, tal como se justifica en un apartado anterior, resulta de 2.112 Kg SS/d con un volumen de 123,35 m³ y con una concentración de sólidos del 1,7%.

La concentración de los fangos espesados se estima en un 4.0%, por lo que el caudal total de fangos espesado es:

$$\frac{2.112 \text{ Kg SS}/\text{dia}}{40.0 \text{ Kg}/\text{m}^3} = 52,8 \text{ m}^3/\text{día}$$

y el caudal total del sobrenadante será:

$$123,35 - 52,8 = 70,55 \text{ m}^3/\text{d}$$

Características espesador:

Caudal fangos entrantes	:	123,35	m ³ /día
Caudal fangos espesados	:	52,8	m ³ /día
Carga de sólidos	:	2.112	Kg SS/día
Diámetro interior	:	5,0	m
Altura de agua útil	:	4,0	m

Dados los datos anteriores se calcula:

- Superficie

$$\pi \times \frac{5^2}{4} = 19,63 m^2$$

- Volumen útil

$$19,63 \times 4 = 79,9 m^3$$

Condiciones de operación:

- Carga hidráulica

$$\frac{123,35 m^3/dia}{9 h/dia \times 19,63 m^2} = 0,7 m^3/h/m^2$$

- Tiempo retención a la concentración de los fangos de entrada.

$$\frac{79,9 m^3}{123,35 m^3/dia} \times 24 h/dia = 15,5 h$$

- Tiempo retención fangos espesados

$$\frac{79,9 m^3}{52,8 m^3/dia} \times 24 h/dia = 36,3 h$$

- Carga de sólidos

$$\frac{2.112 \text{ Kg SS}/\text{dia}}{19,63 \text{ m}^2} = 107,6 \text{ Kg SS}/\text{dia}/\text{m}^2$$

15. DESHIDRATACIÓN DE LOS FANGOS

Se ha previsto que la unidad de deshidratación por centrifugación que funcione 12 horas diarias, 7 días a la semana.

Por lo tanto, la capacidad real de la instalación debe permitir deshidratar:

$$\frac{2.112 \text{ Kg SS/d} \times 7 \text{ dias/semana}}{7 \text{ dias/semana} \times 16 \text{ horas/dia}} = 132 \text{ Kg SS/h}$$

que a una concentración de entrada de 4.00% resulta un caudal de:

$$\frac{132 \text{ Kg SS/h}}{40.00 \text{ Kg SS/m}^3} = 3,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

15.1 Acondicionamiento del fango

Consumo polielectrolito sólidos:

El consumo de floculante, basándonos en la experiencia de muchas instalaciones en funcionamiento, puede estimarse en unos 8 a 5 Kg/1.000 Kg.SS de fangos, máximo y promedio respectivamente.

Así pues, la dosificación de polielectrolito deberá ser:

Dosis máxima:

$$132 \text{ Kg.SS/h} \times .008 \text{ Kg.Poiel./Kg.SS} = 1,056 \text{ Kg poliel./h}$$

Dosis media:

$$132 \text{ Kg.SS/h} \times .005 \text{ Kg.Poiel./Kg.SS} = 0,66 \text{ Kg poliel./h}$$

Resultando un consumo medio diario de:

$$0,66 \text{ Kg.Poiel./h} \times 16 \text{ h/d} = 10,56 \text{ Kg poliel./día}$$

Para conseguir una autonomía en el consumo de polielectrolito sólido de 15 días, el número de sacos de 25 Kg en stock deberá ser de:

$$\frac{10,56 \text{ Kg poliel./d} \times 15 \text{ días}}{25 \text{ Kg/saco}} = 7 \text{ sacos}$$

Preparación y dosificación de la dilución de polielectrolito:

El polielectrolito se dosifica diluido. Primero se preparará una solución al 1,0%, y luego se realizará una post-dilución en línea al 0,1%.

Los caudales de la solución de preparación serán:

Q. máximo:

$$1,056 \text{ Kg/h.} : 10 \text{ Kg/m}^3 = 0,105 \text{ m}^3/\text{h} = 105 \text{ l/h}$$

Q. medio:

$$0,66 \text{ Kg/h.} : 10 \text{ Kg/m}^3 = 0,066 \text{ m}^3/\text{h} = 66 \text{ l/h}$$

Se instalarán 2 bombas dosificadoras, 1 en reserva, que suministrarán un caudal regulable de 12 l/h a 120 l/h.

El polielectrolito se prepara en un equipo automático de preparación, provisto de una tolva de 25 l de capacidad para almacenar el producto sólido, el cual se dosifica

mediante un tornillo sin fin a un tanque de preparación, provisto de agitador y de este rebosa a uno de maduración desde donde se dosifica.

15.2 Centrifuga

Se instalará una centrífuga diseñada para tratar 132 Kg SS/h a un caudal de 3,3 m³/h

La cantidad de fangos deshidratados aceptando una sequedad del 25,0%, será de unos 5 m³/día, para lo que se dispondrá de un contenedor de dicha capacidad.

Anejo N° 2

Consumidores Eléctricos

Documento nº 2

Planos

Índice

Documento nº 2: Planos

- Diagramas de proceso e instrumentación:
 - Línea de tratamiento de Agua, tratamiento físico químico
 - Línea de tratamiento de Agua, tratamiento biológico anaerobio
 - Línea de tratamiento de Agua, tratamiento biológico aerobio
 - Línea de tratamiento de lodos

- Implantación general