



ANEJO Nº 3:

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



3.1. CÁLCULOS FUNCIONALES

RESULTADOS A OBTENER

Los procesos proyectados para la EDAR de Sacedón deberá garantizar que las instalaciones propuestas permiten conseguir de forma continuada y permanente el cumplimiento de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas (91/271/CEE) sobre el tratamiento de aguas residuales (Mayo 1991).

Esto se traduce en asumir los rendimientos de eliminación de contaminación y las concentraciones del efluente de salida siguientes:

Parámetro	Rendimiento (%)	Concentraciones salida (mg/l)
DBO₅	89-94%	< 25 mg/l
SS	80-90%	< 35 mg/l
N_T	70-80%	< 15 mg/l

Las condiciones de trabajo deberán garantizar también el proceso de nitrificación con un rendimiento igual o superior al 95% y el proceso de desnitrificación que limite la concentración de Nitrógeno total a 15 mg/l.

Asimismo, se garantizará que los fangos al proceder de un sistema biológico de baja carga serán parcialmente digeridos y habrán de tener un contenido de materia seca igual o superior al intervalo 20%.

CRITERIOS GENERALES Y BASES DE DIMENSIONAMIENTO

El pretratamiento de la EDAR se dimensionará para los caudales puntas (Q_{max}) .

El tratamiento biológico se dimensionará para los caudales medios diarios (Q_m) y puntas (Q_p) correspondientes a la situación de cálculo.

Los coeficientes de punta y máximo adoptados son:

$$Q_{max} = 3,0$$

$$Q_p = 2,15 \text{ que corresponde al coeficiente punta } (1.15 + 2.575/Q_m^{(1/4)})$$

A continuación se acompañan los cálculos funcionales de los distintos elementos que conforman la EDAR:

DATOS DEL PROYECTO SACEDÓN

Población equivalente

Población equivalente	, heq		4.517
Población equivalente adoptada	hab.		6.000
Dotación	, Dot	l/hab.día	175,18

Cargas contaminantes

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅		g/Hab.equiv	60,00
Sólidos suspendidos, SS		mg/l	75,00
Nitrógeno total, NTK		mg/l	15,00
Fósforo total, Pt		mg/l	2,00

Caudales

Caudal a Pretratamiento (Desbaste, Desarenado-desengrasado)

Caudal medio	, Qmed	m ³ /h	61,14
Caudal máximo	, Qppret	m ³ /h	183,43
Caudal diario aforado		m ³ /d	1.051,07
Caudal Medio		m ³ /d	1467,41

Caudal a tratamiento biológico

Caudal medio	, Qmed	m ³ /h	61,14
Caudal punta	, Qpun	m ³ /h	126,62

Contaminación

Concentraciones entrada medias

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅		mg/l	245,33
Sólidos suspendidos, SS		mg/l	231,33
Nitrógeno total, NTK		mg/l	50,17
Fósforo total, Pt		mg/l	7,28
Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅		kg/d	257,86
Sólidos suspendidos, SS		kg/d	243,14
Nitrógeno total, NTK		kg/d	52,73
Fósforo total, Pt		kg/d	7,65

DATOS DEL PROYECTO SACEDÓN

Concentraciones entrada máximas

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/l	368,00
Sólidos suspendidos, SS	mg/l	347,00
Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	kg/d	386,79
Sólidos suspendidos, SS	kg/d	364,72

DATOS DEL PROYECTO SACEDÓN**Resultados previstos en el efluente**

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/l<	25,00
Sólidos suspendidos, SS	mg/l<	35,00
Nitrógeno total, NTK	mg/l	15,00
Fósforo total, Pt	mg/l	2,00
Humedad de los fangos tratados	%	80,00

Rendimientos

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	%	89,81
Sólidos suspendidos, SS	%	84,87
Nitrógeno total, NTK	%	70,10
Fósforo total, Pt	%	72,53

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Datos de partida

Caudal medio	m ³ /h	61,14
Caudal punta pretratamiento	m ³ /h	183,43
Caudal punta biológico	m ³ /h	126,62
Caudal diario	m ³ /d	1.467,41
Población equivalente	hab-equ	6.000
Contaminación DBO ₅	kg/d	257,86
Contaminación S.S.	kg/d	243,14
Contaminación N.T.K.	kg/d	52,73
Contaminación Pt	kg/d	7,65

Resultados previstos

DBO5 en el efluente	mg/l	25,00
S.S. en el efluente	mg/l	35,00
NTk en el efluente	mg/l	15,00
Pt en el efluente	mg/l	2,00
Humedad de los fangos tratados	%	80,00

Impulsión de llegada a la E.D.A.R.

Diámetro	mm	200,00
Longitud	m	710,00
Tipo de material		FD

Reja automática

Reja de gruesos:	ud	1,00
Luz libre de paso:	mm	70,00
Sistema de limpieza:		AUTOMATICA

Bombeo (EBAR)

Número de bombas:	ud	3,00
Número bombas reserva	ud	2,00
Caudal unitario:	m ³ /h	93,00
Regulación del bombeo:		Variador de frecuencia

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

PETRATRAMIENTO

COMPACTO PREFABRICADO	UD	1,00
Tipo:	l/s	60,00
Luz libre de paso:	mm	0.20
Sistema de limpieza:		Autolimpiante
Forma de extracción de residuos:		Vertido en contenedor

Tratamiento biológico

Tipo de tratamiento:		Nitrificación-desnitrificación con eliminación de fósforo
Número de unidades:	ud	2,00

Zona anaeróbica:

Volumen útil unitario:	m ³	#¡REF!
Profundidad útil::	m	#¡REF!
Resguardo:	m	0,50
Tiempo de retención a Qmed	h	24,42

Zona óxica-aeróbica

Volumen útil unitario:	m ³	746,56
Profundidad útil:	m	4,10
Resguardo:	m	0,40
Carga másica:	kgDBO ₅ /kgMLSS·d	0,07
Tiempo de retención a Qmed:	h	24,42

Recirculación de fangos	m ³ /h	30,57
Edad del fango	d	18,00

Decantador secundario

Número de unidades:	ud	2,00
Diámetro	m	9,00
Volumen útil:	m ³	260,83
Superficie decantación:	m ²	63,62
Resguardo:	m	0,40
Inclinación del fondo:	m/m	0,09
Profundidad en vertedero:	m	4,10
Número de estructuras en vertedero:	ud	141
Tiempo de retención a Qmed:	h	17,06

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Desinfección

Número de líneas	ud	1,00
Volumen del tanque	m ³	5,00
Bomba dosificadora hipoclorito	m	7 l/h.

Espesador de fangos

Número de unidades:	ud	1,00
Diámetro	m	5,00
Calado en vertical vertedero:	m	3,00
Volumen total (sin poceta):	m ³	71,99
Inclinación del fondo:	%	62,50
Tiempo de retención:	h	28,62
Carga superficial (promedio)	m ³ /m ² ·h	0,13

TANQUE DE TORMENTAS

Datos de Partida

Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	61,14
Caudal máximo aliviado(7xQm)	,Qpun	m ³ /h	427,99

Dimensionado del tanque(para un tiempo de de retención de 30 m)

Caudal de dimensionamiento	7xQmed	m ³ /h	427,99
Tiempo de retención		h	0,5
Volumen tanque		m ³	201,16

Volumen adoptado

Ancho medio		m	2,90
Largo		m	15,00
profundidad			4,70
Resguardo		m	0,10
Volumen adoptado		m³	204,45

Dimensionado del bombeo

Número de bombas	ud	2,00
Número de bombas en funcionamiento	ud	1,00
Caudal unitario bombas adoptado	m ³ /h	15,00
Caudal unitario bombas adoptado	m ³ /s	0,0042

- **Altura Geométrica** m 6,40

Cota entrada colector	m	715,042
Cotade salida	m	721,44

- Pérdidas lineales en la conducción

Caudal	m ³ /s	0,0042
Longitud	m	7,00
Coefficiente de Coolebrock, f		0,018

Diámetros (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas (m)
80	0,829	0,0130

TANQUE DE TORMENTAS

- Pérdidas localizadas en la conducción general

Coeficiente Puesta en velocidad	k=1,00	1,00
Coeficiente Codo de 90°	k=0,30	0,60
Total Coeficientes		1,60
Pérdida de carga localizadas		0,06

- Altura manométrica necesaria para distintos diámetros de tubería

Diámetros (mm) Altura manométrica (m) Hb adoptada

80	6,47	7,00
----	------	------

- Disposición adoptada

Caudal unitario adoptado	m ³ /h	15,00
Diámetro de la tubería	mm	80,00
Altura de impulsión de la bomba	m	7,00

Potencia unitaria de bombas 0,60 Kw

Potencia unitaria adoptada 1,00 CV

Bombeo del tanque

Caudal máximo	m ³ /h	14,76
Número de bombas en servicio	uds	1,00
Número total de bombas(1+ 1 reserva)	uds	2,00
Caudal unitario teórico	m ³ /h	14,76
Caudal unitario adoptado	m³/h	15,00
Caudal unitario adoptado	m ³ /s	0,004
Caudal total adoptado	m ³ /h	15,00
Altura geométrica del bombeo	m	6,40
Altura manométrica adoptada de bombeo	m	7,00
Tiempo previsto de vaciado del tanque	h	13,63

2.PRETRATAMIENTO COMPACTO 20 l/s(-DESBASTE DE FINOS: TAMIZADO, DESARENADO Y DESENGRASADO)

Caudal Q	50,95	l/s
Caudal Q	60,00	l/s
Anchura del tanque B	1596,00	mm
Longitud del tanque L	7205,00	mm
Altura del tanque H1	4268,00	mm
Altura total H	4268,00	mm

SISTEMA DE DESBASTE Y TAMIZADO

Nº de líneas en funcionamiento.....	2,00	uds
Caudal medio en tamizado.....	30,57	m3/h
Caudal máximo en tamizado.....	45,86	m3/h
Paso de malla	3,00	mm
Tipo.....	Rototamiz	
Ancho del cilindro.....	300,00	mm
Altura de descarga...	1500,00	
Superficie útil.....	1,41	
Velocidad de paso.....	0,006	
Destino.	Contenedor	
Almacenamiento de los productos de desbaste.....		
	Cont.Municipal 800 l.	
Número de contenedores.....	1,00	Uds
Destino de los residuos de desbaste.....	Vertedero	

CARACTERÍSTICAS TAMIZ

Tipo de tamiz	Rotativo	
Diámetro de la cesta D	400,00	mm
Paso de tamiz e	3,00	mm
Altura de descarga a	1500	mm
Deshidratación y compactación del residuo	hasta un 30 – 35% MS	

BASES DE PARTIDA:

Caudales de diseño:		
Caudal medio	30,57	m3/h.
Caudal máximo de pretratamiento.....	45,86	m3/h.

DESARENADOR

PARÁMETROS DE DISEÑO

Carga hidráulica a Qpretratamiento	30,00	m ³ /m ² ·h
Carga hidráulica a Qmed	10,00	m ³ /m ² ·h
Tiempo de retención a Qpretratamiento	7,00	min
Tiempo de retención a Qmed	21,00	min
Superficie mínima unitaria	14,1000	m2
Volumen mínimo unitario	33,1350	m3

2.PRETRATAMIENTO COMPACTO 20 l/s(-DESBASTE DE FINOS: TAMIZADO, DESARENADO Y DESENGRASADO)

CARACTERÍSTICAS DESARENADOR

Grado de separación	1	
Para un tamaño de partícula	0.20	mm
Longitud del desarenador C1 (incluido al desengrasador)	6000,000	mm
Anchura (incluido al desengrasador)	2350,000	mm

PARÁMETROS DE DISEÑO DE AIREACIÓN

Caudal específico por volumen de tanque	1,50	m ³ /m ³ /h
Caudal específico por superficie desarenador	0,64	m ³ /m ² /h
Caudal de aire	30,87	m ³ /h
Número de soplantes en servicio	1,00	ud
Número total de soplantes	1,00	ud
Caudal máximo unitario necesario	30,87	m ³ /h
Caudal máximo unitario necesario	36,00	m³/h

CARACTERÍSTICAS AIREACIÓN

Número de canales desarenadores.....	2	Ud
Caudal unitario de aireación.....	15,4	m ³ /h
Número de compresores a instalar	1	Uds
Caudal unitario adoptado.....	18,0	m³/h

CALCULO DE EXTRACCION DE ARENAS:

Capacidad extracción mezcla arena/agua.....	50,00	l/m ³
Caudal medio de diseño	30,57	m ³ /h
Sistema de extracción.....	Tornillo sinfín	
Retirada de arenas	Contenedor .	
Número de contenedores.....	1	1
Destino de las arenas.....	Vertedero	

DESENGRASADOR

Sistema de extracción de grasas.....	Descarga directa	
Depósito desengrasador.....	Común con desarenador	
Largo depósito desengrasador(incluido al desarenador).....	6000,000	mm
Ancho depósito desengrasador(incluido al desarenador).....	1343,000	mm
Alto depósito desengrasador.....	2350,000	m
Destino de las grasas.....	Deposito contenedor.	
Volumen depósito contenedor	800	litros

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Caudales

Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	61,14
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	126,62
Coeficiente de punta			2,07
Caudal diario	,Q	m ³ /d	1.467,41
Número de tanques en servicio		ud	2,00

Cargas contaminantes influentes

Concentraciones entrada medias

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	,De	mg/l	245,33
Sólidos suspendidos, SS	,SSe	mg/l	231,33
Nitrógeno amoniacal	,NH4-Ne	mg/l	30,80
Nitrógeno orgánico	,Norg.e	mg/l	19,37
Nitrógeno total, NTK	,NTKe	mg/l	50,17
Nitritos	,NO2-Ne	mg/l	0,00
Nitratos	,NO3-Ne	mg/l	0,00
Total componentes nitrogenados	,N-Ne	mg/l	50,17
Fósforo total	,Pt	mg/l	7,28

Carga diaria

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	,DBO ₅ L	kg/d	360,00
Sólidos suspendidos, SS	,SSL	kg/d	339,46
Nitrógeno total, NTK	,NTKL	kg/d	73,62
Nitritos	,NO2-NL	kg/d	0,00
Nitratos	,NO3-NL	kg/d	0,00
Total componentes nitrogenados	,N-NL	kg/d	73,62
Fósforo total	,Pt	kg/d	10,68

Calidad del efluente

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	,Ds	mg/l	25,00
Sólidos suspendidos, SS	,SSs	mg/l	35,00
Nitrógeno orgánico no degradable	,N-Org	mg/l	1,00
Nitrógeno amoniacal, (fuga mínima)	,NH4-Ns	mg/l	2,00
Nitratos, NO ₃ -N	,NO3-Ns	mg/l	8,00
Fósforo total	,Pt	mg/l	2,00

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Parámetros de proceso

Temperatura mínima de nitrificación	,T	°C	15,00
MLSS ref a volumen total	,MLSS	kgMLSS/m ³	3,5
Rendimiento en reducción, DBO ₅		%	89,81
DBO ₅ reducida		kgDBO ₅ /d	323,31
Rendimiento en reducción, NTK		%	78,07
NTK reducido		kgNTK/d	57,48
Rendimiento en reducción, P		%	72,53

Balance nitrógeno

NTK aportado	,NTKe	mg/l	50,17
Nitritos aportados	,NO2-Ne	mg/l	0,00
Nitratos aportados	,NO3-Ne	mg/l	0,00
Total nitrógeno		mg/l	<u>50,17</u>

Nitrógeno retirado en fangos:

Nitrógeno en fangos ($0,05 \cdot F'b / Q_d$)		mg/l	20,78
--	--	------	-------

Nitrógeno en efluente

Nitrógeno orgánico	,N-Org.	mg/l	1,00
Nitrógeno amoniacal, (fuga mínima)			2,00
Nitratos, NO ₃ -N			<u>8,00</u>
Total		mg/l	11,00

Nitratos a desnitrificar

Nitratos a desnitrificar	,NO3-Nd	mg/l	18,39
Nitratos a desnitrificar	,NO3-Nd	kg/d	26,98

Balance de Fósforo

PT aportado		kg/d	10,68
PT retirado en fangos ($0,01 \cdot F'b$)		kg/d	6,10
Diferencia		kg/d	4,58
% Reducción vía química o biológica		%	15,44
PT eliminado por vía química o biológica		kg/d	1,65
PT en efluente		kg/d	2,93
PT en efluente		mg/l	2,00

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Alcalinidad necesaria

$$K = K_e - 0,07 \cdot (NH_4 - Ne - NH_4 - N_s + NO_3 - N_s - NO_3 - Ne - NO_2 - Ne)$$

Alcalinidad mínima para proceso	,K	mmol/l	4,34
Nitrato amoniacal entrada	,NH ₄ -Ne	mg/l	30,80
Nitratos entrada	,NO ₃ -Ne		0,00
Nitritos entrada	,NO ₂ -Ne		0,00
Alcalinidad mínima agua bruta	,K _e	mmol/l	6,50
Alcalinidad mínima agua bruta (CO ₃ Ca)	,K _e	mg CO ₃ Ca/l	325,00
Alcalinidad mínima para proceso	,K	mg/l	217,18

Dimensionado

Tiempo de residencia fango para nitrificación, E_f, (días)

$$E_f = 12,0 \times 1,1123^{(15-T)} \quad ,d \quad 12,00$$

Volumen de desnitrificación

$$\text{Capacidad de desnitrificación necesaria} \quad NO_3 - Nd / DBO_5 \quad 0,07$$

Factor de Temperatura

$$F = 1,072^{(T-15)} \quad ,F \quad 1,00$$

$$\text{Relación de volúmenes (zona anóxica/total)} \quad r = V_d / V_t \quad 0,30$$

Comprobación capacidad de desnitrificación

$$(NO_3 - Nd / De) = (0,8 \cdot 0,75 / 2,9) \cdot (0,144 / ((1-r) / (E_f \cdot F) + 0,08) + 0,05) \cdot r \quad 0,10$$

Edad del fango

$$E_f = E_f' / (1 - V_d / V_t) \quad ,d \quad 17,14$$

$$\text{Edad del fango adoptada} \quad ,d \quad 18,00$$

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Fangos , F't, (kg/d)

Fango biológico:

Sólidos suspendidos de entrada	,S _{Se}	mg/l	231,33
DBO ₅ entrada	,D _e	mg/l	245,33
$F=1,072^{(T-15)}$,F		1,00
$F_b=0,6 \cdot ((S_{Se}/D_e)+1) - (0,072 \cdot 0,6 \cdot F) / ((1/E_f)+0,08 \cdot F)$,F _b	kgMS/kgDBO ₅	0,85
$F'b=F_b \cdot DBO_5L$,F'b	kgMS/d	609,89
Total fangos: F'b	,F't	kgMS/d	609,89
Fango químico: (precipitación con cloruro férrico)			
F'q (Según precipitación química)	,F'q	kgMS/d	10,87
Total fangos: F'b+F'q	,F't	kgMS/d	620,77

Carga másica, C_m, (kgDBO₅/kgMLSS·d)

$C_m=DBO_5L/(F_t \cdot E_f)$	kgDBO ₅ /kgMLSS·d	0,07
------------------------------	------------------------------	-------------

Volumen tanque,V_t, (m³)

Total fango en exceso	,F't	kgMS/d	609,89
$V_t=(DBO_5/C_m \cdot MLSS)$		m ³	1.460,44
Volumen total adoptado	,V _t	m ³	1.493,11
Volumen zona anóxica	,V _d	m ³	447,93

Carga volumétrica, C_v, (kgDBO₅/m³·d)

$C_v=DBO_5L/V_t$	kgDBO ₅ /m ³ ·d	0,25
------------------	---------------------------------------	------

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR**Recirculación de fangos**

Indice volumétrico de fangos	,SVI	ml/g	55,00
Tiempo de espesado	,t	h	0,50
Concentración de fango en solera			
$Co=(1000/SVI)*(t)^{(1/3)}$,Co	kg/m ³	14,4309

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Concentración fango recirculado:

Coeficiente (0,7 rasquetas, 0,5/0,7 succión), j			0,70
Cr=Co·j		kg/m ³	10,10

Concentración de MLSS:

Concentración SS agua a tratar	,SSe	mg/l	231,33
Recirculación adoptada	,Qrs	%	0,50

MLSS=(SSe+Qrs·Cr)/(1+Qrs)	,MLSS	kg/m³	3,5
----------------------------------	--------------	-------------------------	------------

Caudal de recirculación máximo (Qrs · Qm)		m ³ /h	30,57
---	--	-------------------	-------

Necesidad real de Oxígeno (AOR)

Demanda de oxígeno carbonada AORc

Coeficiente de temperatura	,F		1,00
Edad del fango	,Ef	d	18,00

$AORc = ((0,144 \cdot Ef \cdot F) / (1 + Ef \cdot 0,08 \cdot F)) + 0,5$		kgO ₂ /kgDBO ₅	1,56
---	--	--------------------------------------	------

Total de oxígeno por demanda de carbono		kgO ₂ /d	562,43
---	--	---------------------	--------

Demanda de oxígeno nitrogenada

Nitratos a desnitrificar	,NO3-Nd	kg/d	26,98
Total		kg/d	<u>26,98</u>

A descontar:

Nitritos aportados	,NO2-Ne	kg/d	0,00
Nitratos aportados	,NO3-Ne	kg/d	0,00
Total		kg/d	<u>0,00</u>

Total nitrificación		kg/d	26,98
---------------------	--	------	-------

Oxígeno para nitrificación (4,57 kgO ₂ /kgNO ₃ -N)		kgO ₂ /d	123,32
--	--	---------------------	--------

Nitritos aportados	,NO2-Ne	kg/d	0,00
Oxidación a nitratos (1,14 kgO ₂ /kgNO ₂ -N)		kgO ₂ /d	0,00

Total oxidación nitritos y nitrificación		kgO ₂ /d	123,32
--	--	---------------------	--------

REACTOR BIOLÓGICO CORONA CIRCULAR

Nitratos desnitrificados	,NO3-Nd	kg/d	26,98
Oxígeno recuperado (2,86 kgO ₂ /kg NO3-Nd)		kgO ₂ /d	77,17

Resumen oxígeno necesario por nitrógeno

Total nitrificación		kgO ₂ /d	123,32
Total oxidación nitritos a nitrificación		kgO ₂ /d	0,00
Oxígeno recuperado		kgO ₂ /d	77,17
Oxígeno necesario (diferencia)		kgO ₂ /d	46,14
Oxígeno necesario (diferencia)	,AORn	kgO ₂ /kgDBO ₅	0,13

Demanda de oxígeno media, Ome:

Ome=(AORc+AORn)·DBO5L	,Ome	kgO ₂ /d	608,57
Ome=(AORc+AORn)·DBO5L	,Ome	kgO ₂ /h	25,36
Ome=(AORc+AORn)·DBO5L por reactor	,Ome	kgO ₂ /h	12,68

Demanda de oxígeno máxima:

Hipótesis a)

Coeficiente punta de AORc	,Fc		1,50
Coeficiente punta AORn	,Fn		1,00
Concentración O ₂ en tanque	,Cx	mg/l	2,00
Concentración saturación O ₂	,Cs	mg/l	10,15
Oi=(Cs/(Cs-Cx))·(AORc·Fc+AORn·Fn)	,Oi	kgO ₂ /kgDBO ₅	3,08
Oma=Oi·DBO5L	,Oma	kgO ₂ /d	1.108,13
Oma=Oi·DBO5L	,Oma	kgO ₂ /h	46,17
Oma=Oi·DBO5L por reactor	,Oma	kgO ₂ /h	23,09

Hipótesis b)

Coeficiente punta de AORc	,Fc		1,00
Coeficiente punta AORn	,Fn		1,50
Concentración O ₂ en tanque	,Cx	mg/l	2,00
Concentración saturación O ₂	,Cs	mg/l	10,15
Oi=(Cs/(Cs-Cx))·(AORc·Fc+AORn·Fn)	,Oi	kgO ₂ /kgDBO ₅	2,19
Oma=Oi·DBO5L	,Oma	kgO ₂ /d	786,64
Oma=Oi·DBO5L	,Oma	kgO ₂ /h	32,78

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Dimensiones tanques

Zona óxica + anóxica

Altura útil	m	4,10
Diametro interior corona	m	9,00
Diametro exterior corona	m	18,00
Espesor muros de separación	m	0,30
Número de coronas	Ud	1,00
Volumen exterior	m ³	1.043,32
Volumen interior	m ³	260,83
Volumen unitario	m ³	746,56
Volumen total	m ³	1.493,11
Resguardo	m	0,40

Comportamiento hidráulico

Zona óxica + anóxica

Caudal medio	m ³ /h	61,14
Caudal máximo	m ³ /h	126,62
Tiempo de retención a Qmed	h	24,42
Tiempo de retención a Qmax	h	11,79

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Sistema de vaciado

Sistema de vaciado		Arqueta de vaciados
Diámetro del sistema de vaciado	mm	150,00
Elementos para el vaciado		Válvula de compuerta
		Pasamuros de acero inoxidable
		Carrete de desmontaje
Número de unidades de cada elemento de vaciado	ud	2,00

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Datos de partida

Caudales de agua residual

Caudal medio	,Qmedio	m ³ /h	61,14
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	126,62
Ratio ; Qmax/Qmedio			2,07
Caudal diario		m ³ /d	1.467,41

Características tanques

Volumen útil total de tanques (zona aeróbica)		m ³	1.012,51
Número de tanques		Ud	2,00
Volumen útil unitario de tanques (zona aeróbica)		m ³	506,26
Ancho del tanque		m	4,50
Altura total del tanque		m	4,50
Altura de agua en el tanque		m	4,10
Resguardo		m	0,40
Longitud rectángulo equivalente		m	27,44
Longitud total tanques		m	54,88
Superficie total de tanques (zona aeróbica)		m ²	246,95
Superficie unitaria de tanques (zona aeróbica)		m ²	123,48
Concentraciones y cargas			

Concentración media DBO ₅ de entrada		mg/l	245,33
Carga DBO ₅ diaria		kg/d	360,00

Necesidad real de oxígeno (AOR)

Necesidad real de oxígeno media	,AORme	kgO ₂ /h	12,68
Necesidad real de oxígeno máxima	,AORma	kgO ₂ /h	23,09

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Parámetros difusores

Tipo difusores			Burbuja fina
Altura difusor		m	0,35
Sumergencia difusores	,H	m	3,75
Número de difusores en servicio	,Nt	ud	250,00
Superficie por difusor	,Sd	m ²	0,04
Superficie de tanques (zona aeróbica)	,Sq	m ²	246,95
Ratio (Sd·Nt· 100/Sq)			4,15
Superficie acción difusor		m ² /dif	0,99
Caudal standard adoptado por difusor		m ³ /dif	4,32
Rendimiento de Transferencia de			
Oxígeno Standard	,SOTE	%	23,00

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Necesidades reales de oxígeno en condiciones de campo

Condiciones de Campo

Altura del lugar		m	725,00
Temperatura	,T	°C	15,00
Concentración de oxígeno en el tanque	, Co ₂	mg/l	2,00

Coeficiente K1 ((C's-Cx)/Cs)	,K1		0,81
------------------------------	-----	--	------

Correcciones de K1

Coeficiente beta	,β		0,98
Cp:coeficiente que tiene en cuenta las variaciones de presión			0,92

Ca:corrección que tiene en cuenta la altura del agua.

Sistemas de difusión por aire

Csf corrección de fondo			14,49
Css corrección de superficie			8,66
Csm valor medio			11,57

Saturación de oxígeno en agua pura

en condiciones normales	,Cs	mg/l	10,37
Coeficiente Ca			1,12
Coeficiente C's			10,43

Coeficiente K2(0,65 Baja carga con nitrificación)	,K1		0,65
---	-----	--	------

Coeficiente K3 (1,024 ^ (T-20))	,K3		0,89
---------------------------------	-----	--	------

Coeficiente global, KT (K1·K2·K3)	,KT		0,47
-----------------------------------	-----	--	------

Necesidad real de oxígeno (AOR) en condiciones de campo

Necesidad real de oxígeno media	,AORme	kgO ₂ /h	27,02
Necesidad real de oxígeno máxima	,AORma	kgO ₂ /h	49,20

Necesidades de aire en condiciones standard

Densidad del aire en condiciones standard		kg aire/m ³	1,248
Porcentaje de oxígeno en el aire		Kg O ₂ /m ³	0,209
Kg de oxígeno por kg de aire		kgO ₂ /kg aire	0,167
Rendimiento de Transferencia de Oxígeno Standard	,SOTE	%	23,00
Caudal medio		m ³ /h	562,14
Caudal máximo		m ³ /h	1.023,59

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Necesidades de aire en condiciones normales

Caudal medio	Nm ³ /h	523,77
Caudal máximo	Nm ³ /h	953,72
Nº de difusores adoptados	ud	230,00
caudal de aire por difusor	Nm³/h	4,30
Caudal necesario	Nm³/h	989,00
Nº de difusores por reactor	ud	115,00

Necesidades de aire en condiciones de campo

Caudal medio	m ³ /h	552,55
Caudal máximo	m ³ /h	1.006,12
Caudal máximo por línea	m ³ /h	503,06

Soplantes

Caudal punta de aire aspirado	,qp	Nm ³ /s	0,26
Caudal punta de aire aspirado		Nm ³ /min	15,90
Caudal medio de aire aspirado		Nm ³ /s	0,15
Caudal medio de aire aspirado		Nm ³ /min	8,73
Presión de descarga		kg/cm ²	0,48
Presión de descarga		mbar	489,73
Presión de descarga adoptada		bar	0,55
Número de soplantes en servicio		ud	2,00
Número de soplantes en reserva		ud	1,00
Número total de soplantes		ud	3,00
Caudal unitario máximo por soplante		Nm ³ /min	7,95
Caudal unitario medio por soplante		Nm ³ /min	4,36
Caudal unitario máximo adoptado		Nm ³ /min	9,00
Caudal unitario medio adoptado		Nm ³ /min	5,00
Caudal unitario máximo adoptado		Nm³/h	540
Caudal unitario medio adoptado		Nm ³ /h	300,00

Agitación

La potencia necesaria para mantener la mezcla homogénea en el reactor mediante burbuja fina y con aireador de geometría convencional, en unos 1,5 w/m³.

Volumen unitario de tanques=	746,56 m ³	
Caudal de aire para agitación=	0,024350 m ³ aire/m ³ ·min	1,4610 m ³ aire/m ³ ·h
Potencia necesaria=	1,12 Kw	
Número de agitadores=	2,00 uds	
Potencia adoptada en motor :1,790 kw		

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Potencia aproximada motocompresores

$$P \text{ (Kw)} = 0,164 * Q_{\text{aire}} * [(P_2/P_1)^{0,283} - 1]$$

P_1 = presión absoluta entrada = 9,43 mca (717 mm Hg)

P_2 = presión absoluta salida = 9,43 + sumergencia + pérdidas (0,57) = 13,75 mca

Q_{aire} (punta) = 540,00 Nm³/h

Q_{aire} (medio) = 300,00 Nm³/h

P (punta) = 9,974986723 Kw 14 CV

P (media) = 5,541659291 Kw 7,53 CV

Potencia adoptada: 25 CV

REACTIVOS PARA LA ELIMINACIÓN DE FÓSFORO

Reactivo a utilizar			Cloruro férrico
Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	61,14
Caudal medio diario	,Qmed	m ³ /d	1.467,41
Cantidad de fósforo a eliminar químicamente		kg/d	1,65
Cantidad de fósforo a eliminar químicamente		mg/l	1,12
Peso de un mol de fósforo		g/mol	30,9738
Peso de un mol de cloruro férrico		g/mol	162,2060
Dosificación media reactivo		moles Cl ₃ Fe / mol P	1,50
Dosificación máxima reactivo		moles Cl ₃ Fe / mol P	2,00
Dosificación media reactivo		g/g	7,8553
Dosificación máxima reactivo		g/g	10,4738
Necesidades medias de Cl ₃ Fe puro		kg/h	0,54
Necesidades máximas de Cl ₃ Fe puro		kg/h	0,72
Necesidades de producto comercial			
Riqueza en peso		%	40,00
Densidad		kg/l	1,42
Caudal medio		l/h	0,95
Caudal máximo		l/h	1,27
Dosificación			
Consumo		l/d	22,81
Consumo		l/h	0,95
Número bombas en servicio		Ud	1,00
Número bombas en reserva		Ud	1,00
Número bombas total		Ud	2,00
Capacidad máxima		l/h	1,43
Capacidad media		l/h	0,95
Tipo de bomba a instalar			Pistón-membrana
Rango de caudales		l/h	1-10
Almacenamiento			
Volumen requerido por día		l/d	22,81
Autonomía requerida		d	12,00
Volumen necesario		m ³	0,27
Número depósitos		Ud	1,00
Volumen necesario unitario		m ³	0,27
Volumen necesario unitario adoptado		m ³	1,50
Autonomía real		d	65,77

FANGOS PRODUCIDOS EN LA ELIMINACIÓN DE FÓSFORO

Caudal medio diario	m ³ /d	1.467,41
Carga diaria de fósforo a eliminar vía química	kg/d	1,65
Carga diaria de fósforo a eliminar vía química	mg/l	1,12
Peso de un mol de P	g/mol	30,9738
Peso de un mol de PO ₄ Fe	g/mol	150,8208
Peso de un mol de Fe(OH) ₃	g/mol	106,8470
Moles de P eliminados	mol/l	3,628E-05
Moles de Cl ₃ Fe dosificados por mol de P	mol/mol	1,50
Moles de PO ₄ Fe formados por mol de Cl ₃ Fe dosificado	mol/mol	1,00
Moles de Cl ₃ Fe sobrantes para formar Fe(OH) ₃	mol/mol	0,50
Moles de PO ₄ Fe formados	mol/l	3,628E-05
Peso de PO ₄ Fe formado	mg/l	5,47
Moles de Fe(OH) ₃ formados	mol/l	1,814E-05
Peso de Fe(OH) ₃ formado	mg/l	1,94
Peso total del precipitado	mg/l	7,41
Peso de fangos precipitados	kg/d	10,87
Concentración salida	kg/m ³	10,10
Volumen de fangos	m ³ /d	1,08

DECANTACIÓN SECUNDARIA

Datos de Partida

Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	30,57
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	63,31
Número de decantadores	ud		2,00
Concentración de MLSS		kg/m ³	3,5
Coeficiente de recirculación			0,50
Caudal máximo con recirculación		m ³ /h	78,59
Caudal medio con recirculación		m ³ /h	45,86

Parámetros de Diseño

Carga superficial a Qmed	,Ch _{sup} (Qmed)	m ³ /m ² ·h	0,40
Carga superficial a Qpun	,Ch _{sup} (Qpun)	m ³ /m ² ·h	0,90
Carga de sólidos a Qmed	,C _f (Qmed)	kg/m ² ·h	3,00
Carga de sólidos a Qpun	,C _f (Qpun)	kg/m ² ·h	5,00
Tiempo retención mínimo a Qmed		h	3,00
Tiempo retención mínimo a Qmax		h	1,00
Velocidad paso deflector		m/s	0,05

Cálculo de la profundidad del decantador según la norma ATV-131

IVF	ml/g	55,00
Qmáximo= Qpunta+Qrecirculación	m ³ /h	78,59
Volumen necesario	m ³	15,22
h1 (de clarificación)	m	2,5
h2 (de separación agua-fango)	m	0,84
h3 (de almacenamiento)	m	0,68
h4 (de espesamiento y barrido)		0,09
Htotal necesaria	m	4,10
Hadoptada		4,10
Htotal en vertedero adoptada	m	4,10

Geometría del Decantador

Diámetro necesario del decantador	m	6,98
Diámetro del decantador adoptado	m	9,00
Calado en vertical vertedero	m	4,10
Superficie de decantación	m ²	63,62
Volumen cilindro	m ³	260,83
Volumen total (sin poceta)	m ³	266,17
Resguardo	m	0,40
Inclinación fondo	%	8,50

DECANTACIÓN SECUNDARIA

Profundidad máxima (sin poceta)	m	4,35
Longitud vertedero	m	28,27
Número de escotaduras en vertedero	ud	141,37

Comportamiento

Comportamiento a caudal medio

Caudal medio por tanque decantador	m^3/h	15,29
Carga superficial	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	0,24
Carga de sólidos sin recirculación	$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	0,85
Carga de sólidos con recirculación	$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	2,54
Tiempo de retención	h	17,06
Caudal por ml de vertedero	$\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{h}$	0,54

Comportamiento a caudal punta

Caudal punta por tanque decantador	m^3/h	63,31
Carga superficial	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	1,00
Carga de sólidos sin recirculación	$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	3,50
Carga de sólidos con recirculación	$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	2,18
Tiempo de retención	h	4,12
Caudal por ml de vertedero	$\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{h}$	2,24

BOMBEO FANGOS RECIRCULACIÓN Y EXCESO

Recirculación de fangos

Caudal horario	m ³ /h	30,57
Número de bombas en servicio	uds	2,00
Número de bombas en reserva	uds	1,00
Número total de bombas	uds	3,00
Caudal unitario teórico	m ³ /h	15,29
Caudal unitario adoptado	m ³ /h	17,00
Caudal unitario adoptado	m ³ /s	0,0047
Pérdidas de carga total		0,2774
Altura manométrica de bombeo adptada	m	7,00
Horas de funcionamiento	h/d	21,58

Fangos en exceso

Caudal diario	m ³ /d	60,38
Caudal horario	m ³ /h	4,03
Horas de funcionamiento previstas	h	15,00
Número de bombas en servicio	uds	1,00
Número de bombas en reserva	uds	1,00
Número total de bombas	uds	1,00
Caudal unitario teórico	m ³ /h	4,03
Caudal unitario adoptado	m ³ /h	4,00
Caudal unitario adoptado	m ³ /s	0,001
Caudal total adoptado	m ³ /h	4,00
Altura manométrica de bombeo	m	8,20
Horas de funcionamiento	h/d	15,09

RECIRCULACIÓN DE FANGOS

Caudal de bombeo	m ³ /h	30,57
Número de bombas en funcionamiento	ut	2,00
Número de bombas en reserva	ut	1,00
Caudal unitario bombas	m ³ /h	15,29
Caudal unitario bombas adoptado	m ³ /h	17,00
Caudal unitario bombas adoptado	m ³ /s	0,0047
- Altura manométrica	m	6,38
- Pérdidas de carga antes de la arqueta de bombeo		
Tubería de salida del decantador	mm	140,00
Longitud	m	20,00
Caudal total de recirculación	m ³ /h	30,57
Número de decantadores	ut	2,00
Caudal por decantador	m ³ /h	15,29
Caudal por decantador	m ³ /s	0,0042
Pérdidas lineales		
Coeficiente de Coolebrook, f		0,018
Área	m ²	0,0154
Velocidad	m/s	0,28
Pérdida lineal	m	0,00997
Pérdidas localizadas		
Coeficiente Embocadura	k=0,50	0,50
Coeficiente Desembocadura	k=1,00	1,00
Coeficiente Puesta en velocidad	k=1,00	1,00
Coeficiente Codo de 45°	k=0,19	1,00
Coeficiente Codo de 90°	k=0,30	1,00
Total Coeficientes		4,50
Velocidad	m/s	0,2758
Pérdida localizada	m	0,0174
Resguardo	m	0,25
Pérdida de carga total	m	0,277
Resguardo	m	0,60
Diferencia de cotas	m	5,50

RECIRCULACIÓN DE FANGOS

Pérdidas de carga en la impulsión

- Pérdidas lineales en la conducciones de las impulsiones

Caudal	m ³ /s	0,008
Longitud	m	7,00
Coefficiente de Coolebrook, f		0,018

Diámetros (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas (m)
125,00	0,69	0,0492
140,00	0,55	0,0279
200,00	0,27	0,0047
300,00	0,12	0,0006

- Pérdidas localizadas en la conducción general

Coefficiente Puesta en velocidad	k=1,00	1,00
Coefficiente Codo de 45°	k=0,19	0,19
Coefficiente Codo de 90°	k=0,30	0,60
Total Coeficientes		1,79

Diámetros (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas (m)
80,00	1,69	0,26
125,00	0,69	0,04
140,00	0,55	0,03
200,00	0,27	0,01
300,00	0,12	0,00

- Pérdidas localizadas antes de la conducción de impulsión general

Coefficiente Codo de 90°	k=0,30	0,90
Coefficiente Válvula de compuerta	k=0,12	0,12
Coefficiente Válvula antirretorno	k=1,70	1,70
Coefficiente Reunión de Corrientes	k=1,25	1,25
Total Coeficientes		3,97
Diámetro	mm	140,00
Área	m ²	0,02
Velocidad	m/s	0,31
Pérdida de carga localizadas	m	0,02
Pérdida de carga total		0,10

RECIRCULACIÓN DE FANGOS

- Altura manométrica necesaria para distintos diámetros de tubería

Diámetros (mm)	Altura manométrica (m)	Hb adoptada
80,00	6,65	7,00
125,00	6,78	7,00
140,00	6,45	6,50
200,00	6,41	6,50
300,00	6,40	6,50

- Disposición adoptada

<i>Caudal unitario</i>	<i>m³/h</i>	<i>17,00</i>
<i>Diámetro de la tubería</i>	<i>mm</i>	<i>140,00</i>
<i>Altura de impulsión de la bomba</i>	<i>m</i>	<i>7,00</i>

Potencia	0,69 kw	
Potencia adoptada		1,00 kw

FANGOS EN EXCESO

Caudal de bombeo	m ³ /d	60,38
Número de bombas en funcionamiento	ut	1,00
Número de bombas en reserva	ut	1,00
Número de horas en funcionamiento	h/d	15,09
Caudal unitario bombas	m ³ /h	4,00
Caudal unitario bombas adoptado	m ³ /h	4,00
Caudal unitario bombas adoptado	m ³ /s	0,0011
- Desnivel Geométrico	m	8,00

- Pérdidas lineales en la conducción

Caudal	m ³ /s	0,0011
Longitud	m	10,00
Coeficiente de Coolebrock, f		0,018

Diámetros (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas (m)
80	0,221	0,0056
110	0,117	0,0011
125	0,091	0,0006

- Pérdidas localizadas en la conducción general

Coeficiente Puesta en velocidad	k=1,00	1,00
Coeficiente Codo de 45°	k=0,19	0,19
Coeficiente Codo de 90°	k=0,30	0,30
Total Coeficientes		1,49

Diámetros (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas (m)
80	0,221	0,0037
110	0,117	0,0010
125	0,091	0,0006

FANGOS EN EXCESO

- **Pérdidas localizadas en la conducción de impulsión general**

Coeficiente Codo de 90°	k=0,30	0,60
Coeficiente Válvula de compuerta	k=0,12	0,12
Coeficiente Válvula antirretorno	k=1,70	1,70
Coeficiente Carrete de desmontaje	k=0,20	0,20
Total Coeficientes		2,62
Diámetro	mm	80,00
Área	m ²	0,0050
Velocidad	m/s	0,22
Pérdida de carga total	m	0,01

- **Altura manométrica necesaria para distintos diámetros de tubería**

Diámetros (mm)	Altura manométrica (m)	Hb adoptada
80	8,02	8,50
110	8,01	8,50
125	8,01	8,20

- **Disposición adoptada**

Caudal unitario adoptado	m³/h	4,00
Diámetro de la tubería	mm	110,00
Altura de impulsión de la bomba	m	8,50

Potencia	0,21 kw	
Potencia adoptada		0,50 kw

ESPEADOR DE GRAVEDAD

Datos de Partida

Sólidos totales por día trabajado	kg/d	609,89
Contenido de sólidos	Kg/m ³	10,10
Volumen fangos por día trabajado	m ³ /d	60,38
Duración bombeo	h/d	15,09
Caudal horario	m ³ /h	4,00
Número de espesadores	ud	1,00

Parámetros de Diseño

Carga sólidos de diseño	kg/m ² ·d	34,00
Carga hidráulica de diseño	m ³ /m ² ·h	0,45

Geometría espesador

Diámetro necesario del espesador	m	4,78
Diámetro del espesador adoptado	m	5,00
Calado en vertical vertedero	m	3,00
Superficie de espesado	m ²	19,63
Volumen cilíndrico	m ³	58,90
Volumen total (sin poceta)	m ³	71,99
Resguardo	m	0,54
Inclinación fondo	%	62,50
Profundidad máxima (sin poceta)	m	5,00
Longitud vertedero	m	15,71
Número de escotaduras en vertedero	ud	78,00

Comportamiento

Tiempo de retención	h	28,62
Carga superficial (durante bombeo)	m ³ /m ² ·h	0,20
Carga superficial (promedio)	m ³ /m ² ·h	0,13
Carga de sólidos	kg/m ² ·d	31,06
Sólidos salida	%	3,00
Peso específico fango alimentación	Kg/m ³	1.000,00
Volumen total lodos	m ³ /d	20,33

DESHIDRATACIÓN DE FANGOS CENTRÍFUGAS

Datos de Partida

Peso de fangos por día natural	kg/d	609,89
Peso de fangos por día trabajado	kg/dt	853,85
Concentración del fango espesado	%	3,00
Peso específico fango espesado	Kg/m ³	1.000,00
Volumen de fangos por día natural	m ³ /d	20,33
Volumen de fangos por día trabajado	m ³ /dt	28,46
Horas de trabajo por semana	h/sem	20,00
Días de trabajo por semana	d/sem	5,00
Horas de trabajo por día	h/d	8,00
Número de centrifugas en servicio	ud	1,00

Bombas de fangos espesados a deshidratación

Tipo de bombas a instalar		Bombas helicoidales
Número de bombas en servicio	ud	2,00
Número de bombas en reserva	ud	0,00
Número total de bombas	ud	2,00
Caudal mínimo por bomba	m ³ /h	1,67
Caudal medio por bomba	m ³ /h	3,33
Caudal máximo por bomba	m ³ /h	5,00
Caudal máximo adoptado por bomba	m³/h	5,00
Altura de bombeo	m	10,00
Horas funcionamiento por día trabajado y unidad	h/dt	4,27
Horas funcionamiento por día natural y unidad	h/d	3,05

Centrifugadora

Número de unidades en servicio	ud	1,00
Número de unidades en reserva	ud	0,00
Número total de unidades	ud	1,00
Volumen de fango por unidad	m ³ /h	3,56
Peso de fango por unidad	kgMS/h	106,73
Peso de fango adoptado por unidad	kgMS/h	200,00
Volumen de fango adoptado por unidad (3-5 m³/h)	m³/h	4,00
Sequedad de fango	%	20,00
Volumen fangos secos	m ³ /d	4,27
Horas funcionamiento por día trabajado y unidad	h/dt	4,27
Horas funcionamiento por día natural y unidad	h/d	3,05

DESHIDRATACIÓN DE FANGOS CENTRÍFUGAS

Preparación y dosificación reactivos

Reactivo		Polielectrolito sólido
Dosis de polielectrolito por volumen de fango	kg/m ³	0,15
Dosis de polielectrolito por peso de fango	kg/kg sólido	0,005
Peso diario	kg/d	4,27
Dosificación en seco a emplear		volumétrica
Capacidad del dosificador	kg/h	1-10
Dilución de la preparación	%	0,60
Caudal a dosificar	m ³ /d	0,71
Caudal a dosificar adoptado	m ³ /d	1,00
Número de cubas de dilución	ud	1,00
Número de llenados por día	ud	1,00
Capacidad unitaria necesaria	m ³	0,71
Capacidad unitaria adoptada	m ³	1,00
Autonomía de la preparación	h	33,73
Sistema de agitación		Electroagitador
Número de electroagitadores		3,00

Bombas Dosificadoras

Concentración polielectrolito	%	0,60
Número de unidades en servicio	ud	2,00
Número de unidades en reserva	ud	1,00
Número total de unidades	ud	3,00
Caudal mínimo por bomba	l/h	41,67
Caudal medio por bomba	l/h	83,33
Caudal máximo por bomba	l/h	125,00
Caudal máximo adoptado por bomba (200 l/h)	l/h	200,00
Altura manométrica	m	10,00
Horas funcionamiento por día trabajado y unidad	h/dt	4,27
Horas funcionamiento por día natural y unidad	h/d	3,05

*Se instalan dos bombas de 0,200 l/h de caudal unitario máximo.

Bombas de fangos deshidratados a silo de almacenamiento

Tipo de bombas a instalar		Bombas volumétricas
Porcentaje de sólidos del fango	%	3,00
Número de bombas en servicio	ud	1,00
Número de bombas en reserva	ud	1,00
Número total de bombas	ud	2,00
Caudal mínimo por bomba	m ³ /h	0,50

DESHIDRATACIÓN DE FANGOS CENTRÍFUGAS

Caudal medio unitario de fangos deshidratados	m ³ /h	1,00
Caudal máximo por bomba	m ³ /h	1,50
Caudal máximo adoptado por bomba	m³/h	1,50
Altura de bombeo	m	10,00
Horas funcionamiento por día trabajado y unidad	h/dt	4,27
Horas funcionamiento por día natural y unidad	h/d	3,05

Almacenamiento de fangos

Volumen de fangos secos	m ³ /d	4,27
Densidad	kg/m ³	1.050,00
Peso de fangos secos	Tn/d	4,48
Nº de tolvas funcionamiento	Ud	1,00
Nº de tolvas reserva	Ud	0,00
Capacidad unitaria de tolva	m³	25,00
Tiempo de retención	d	5,86

FUENTE DE PRESENTACIÓN

Datos de Partida

Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	61,14
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	126,62
Caudal diario		m ³ /d	1.051,07

Parámetros de diseño

Tiempo de retención a Qpunta	,Tret	min	2,00
------------------------------	-------	-----	------

Dimensionamiento

Número de líneas	,N	ud	1,00
Tipo			Rectangular
Volumen de la cámara necesario	,V	m ³	4,22
Profundidad de la cámara	,h	m	1,70
Superficie útil cámara	,S	m ²	2,48
Anchura útil cámara	,a	m	1,50
Longitud útil cámara	,L	m	1,20
Anchura arqueta presentación	,a	m	1,50
Longitud de vertedero	,Lv	m	1,50

Comportamiento

Caudal medio

Tiempo de retención	,Tret	min	3,00
Carga hidráulica en vertedero	,Cv	m ³ /m·h	40,76
Velocidad de circulación	,v	m/h	23,98
Velocidad de circulación	,v	m/s	0,0067

Caudal punta

Tiempo de retención	,Tret	min	1,45
Carga hidráulica en vertedero	,Cv	m ³ /m·h	84,41
Velocidad de circulación	,v	m/h	49,65
Velocidad de circulación	,v	m/s	0,0138

DESINFECCIÓN

Datos de Partida

Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	61,14
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	126,62
Caudal diario		m ³ /d	1.051,07

Parámetros de diseño

Tiempo de retención a Qpunta	,Tret	min	1,45
Producto			Hipoclorito sódico. NaClO
Dosificación	,D	g/m ³	6,00
Autonomía	,A	d	6,00
Concentración producto comercial	,C	Kg/m ³	150,00

Dimensionamiento

Número de líneas	,N	ud	1,00
Tipo			Depósito PRFV cilíndrico
Relación longitud de flujo/anchura	,L _{flujo} /w		50,00
Volumen del tanque necesario	,V	m ³	3,06
Profundidad del tanque	,h	m	1,50
Superficie útil tanque	,S	m ²	2,50
Volumen del tanque adoptado	,Vadop	m ³	3,75

DESINFECCIÓN

Comportamiento

Caudal medio

Tiempo de retención	,Tret	min	3,68
Velocidad de circulación	,v	m/h	24,46

Caudal punta

Tiempo de retención	,Tret	min	1,78
Velocidad de circulación	,v	m/h	50,65

Dosificación del desinfectante

Producto			Hipoclorito sódico. NaClO
Dosificación media	,Dm	g/m ³	6,00
Dosificación punta	,Dp	g/m ³	8,00
Concentración comercial reactivo	,C	Kg/m ³	150,00
Consumo medio de producto		Kg/h	0,37
Consumo máximo de producto		Kg/h	1,01
Caudal medio de producto	,Qr.med	l/h	2,45
Caudal máximo de producto	,Qr.max	l/h	6,75
Número de bombas funcionales		ud	1,00
Número de bombas reserva		ud	1,00
Caudal unitario bombas		l/h	6,75
Caudal unitario bombas adoptado		l/h	7,00

Almacenamiento del producto desinfectante

Número de depósitos	,N	ud	1,00
Volumen total estricto	,V	m ³	0,35
Volumen total adoptado	,Vadop	m ³	0,50
Autonomía real	,A	d	8,52

LÍNEA PIEZOMÉTRICA

-Cota rasante del colector de llegada		724,276 m
-Cota de alivio del vertedero		719,02
-Nivel mínimo del pozo de gruesos		718,310
-Nivel entrada reja fija en pozo de gruesos		718,500
PERDIDA DE CARGA EN REJA	m	0,100
-Nivel líquido mínimo en el pozo de bombeo		718,310 m
-Nivel líquido en la entrada del pretratamiento		726,80 m
Diferencia cotas	m	0,390
-Nivel líquido en la salida del pretratamiento		726,41 m
Conducción PE D=250	longitud=	12,25 m
	Q=	0,02
	p=	0,005
Diferencia cotas		1,090 m
-Nivel líquido en la entrada a la arqueta previa de alivio		725,32 m
-Nivel líquido en la salida a la arqueta previa de alivio		725,32 m
-Nivel líquido en la entrada al caudalímetro		725,15 m
Diferencia cotas		0,120 m
Perdidas en el caudalímetro		
K reducciones		1,00
K en caudalímetro		1,00
velocidad		0,541
Perdidas en el caudalímetro		0,030
Perdidas en la conducción		0,013

LÍNEA PIEZOMÉTRICA

-Nivel líquido en la entrada del reactor biológico **725,05 m**

Caudal punta	m ³ /h	126,617
Caudal de recirculación	m ³ /h	30,571
Caudal total	m ³ /h	157,188
Número de reactores	ud	2,000
Caudal punta unitario	m ³ /s	0,022
Ancho de la compuerta	m	0,200
Calado de paso por compuerta	m	0,300
Área	m ²	0,047

Pérdidas localizadas

Coefficiente Paso Por Compuerta, k	k=1,5	1,500
Total coeficientes		1,500
Velocidad	m/s	0,463
Pérdida localizada	m	0,016

Diferencia de cotas 0,090

Pérdida de carga total 0,106

-Nivel líquido el reactor **724,9 m**

-Nivel líquido en el decantador **724,9 m**

-Nivel líquido en la arqueta de salida del decantador **724,92 m**

-Nivel líquido en la arqueta de entrada a fuente de presentación **724,65 m**

Caudal punta total	m ³ /h	63,308
Número de tuberías	ud	1,000
Caudal punta unitario	m ³ /h	63,308
Caudal punta unitario	m ³ /s	0,018
Diámetro	mm	200,000
Coefficiente de Manning		0,009
Longitud de la tubería	m	20,000

LÍNEA PIEZOMÉTRICA

Pérdidas lineales

Radio hidráulico	m	0,050
Área	m ²	0,031
Pendiente hidráulico	m/m	0,001
Pérdida lineal	m	0,028

Pérdidas localizadas

Coeficiente Embocadura, k	k=0,50	0,500
Coeficiente Desembocadura, k	k=1,00	1,000
Coeficiente Puesta en velocidad, k	k=1,00	1,000
Coeficiente Codos de 45°, k	k=0,19	0,000
Coeficiente Codos de 90°, k	k=0,30	0,300
Total coeficientes		2,800
Velocidad	m/s	0,560
Pérdida localizada	m	0,045
Diferencia de cotas	m	0,20
Pérdida de carga total	m	0,072

-Cota umbral vertedero entrada a fuente presentación **725,60 m**

Altura de lámina total	m	0,950
------------------------	---	-------

-Nivel líquido en la cámara de salida fuente de presentación **724,65 m**

Resguardo	m	0,900
-----------	---	-------

LÍNEA PIEZOMÉTRICA

-Nivel líquido en la restitución

724,60 m

Caudal máximo del colector	m ³ /h	183,426
Número de tuberías	ud	1,000
Caudal punta unitario	m ³ /h	183,426
Caudal punta unitario	m ³ /s	0,051
Diámetro	mm	400,000
Coefficiente de Manning		0,010
Longitud de la tubería	m	75,000

Pérdidas lineales

Radio hidráulico	m	0,100
Área	m ²	0,126
Pendiente hidráulico	m/m	0,000
Pérdida lineal	m	0,027

Pérdidas localizadas

Coefficiente Embocadura, k	k=0,50	0,500
Coefficiente Desembocadura,k	k=1,00	1,000
Coefficiente Puesta en velocidad,k	k=1,00	1,000
Coefficiente Codos de 90°,k	k=0,30	0,600
Total coeficientes		3,100
Velocidad	m/s	0,405
Pérdida localizada	m	0,026

Resguardo	m	0,000
-----------	---	-------

Pérdida de carga total	m	0,053
------------------------	---	-------



3.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

INTRODUCCIÓN

El presente Anejo contiene los cálculos hidráulicos de la impulsión de y de siguientes colectores tal y como aparece reflejado en los planos:

- Colector eje 1
- Colector eje 2
- Colector eje 3

Este último colector desagua en el edificio de bombeo de donde se impulsa mediante una tubería de 200 de fundición a la EDAR

Para ello se determinan a continuación los parámetros y criterios de diseño, realizándose posteriormente el dimensionamiento y las correspondientes comprobaciones de velocidad de flujo para las distintas hipótesis.

CAUDALES DE DISEÑO

Actualmente el caudal que se vierten a los distintos arroyos representa prácticamente el caudal total del municipio. Por ello los caudales de diseño adoptados para los 9.000 habitantes equivalentes considerados de la etapa futura, siendo los siguientes:

CAUDAL	m ³ /h
Caudal medio (Q _m)	93,75 m ³ /h
Caudal punta en tiempo seco (K _p =5,0)	468.75 m ³ /h
Caudal Máximo en tiempo de lluvia (K _M =10,0)	937,50 m ³ /h



CÁLCULO DEL COLECTOR POR GRAVEDAD

Como criterios básicos para el dimensionamiento de los colectores en régimen libre se tomarán:

- ✚ Se ha establecido fijar como diámetro 315 mm el mínimo a colocar para evitar atascamientos.
- ✚ Se limita la pendiente mínima de la traza del colector al 1,0 % y la máxima al 5%.

Para el cálculo de la circulación de los interceptores-colectores se utiliza la fórmula de Manning:

$$I = \frac{n^2 \cdot V^2}{R_h^{4/3}}$$

Donde:

I = pendiente (m/m)

n = coeficiente de Manning (adimensional = 0,009)

V = velocidad (m/seg)

R_h = radio hidráulico de la sección (m)

R_h = A/P_m = Superf. mojada (m²)/Perím. mojado (m)

Para estas conducciones se ha elegido una tubería de PVC corrugado de diámetros de 315 mm a 500 mm de diámetro (rugosidad n = 0,009).

Para las pendientes consideradas se han comprobado las velocidades a caudal punta (considerando y sin considerar las pluviales) para evitar erosiones y sedimentaciones, mostrándose los resultados en las hojas siguientes.





CALCULO COLECTORES SACEDÓN

Datos de partida etapa futura:

MUNICIPIO	POBLACION	DOTACION (l/hab/día)	CAUDAL DIARIO (m3/día)	CAUDAL MEDIO (m3/hora)	CAUDAL PUNTA COLECTOR (10 Qm) (m3/hora)	CAUDAL MINIMO COLECTOR (0,4 Qm) (m3/hora)
SACEDON	4500	250	1125,00	46,88	468,75	18,75
POBLACIÓN ESTIMADA FUTURA	9000	250	2250,00	93,75	937,50	37,50

COLECTOR EJE 1 (ANTIGUA EBAR-ENTRONQUE EJE3)

Diámetro interior(mm)=	315,00
Coefficiente de Manning	0,010
Pérdida de carga unitaria media(m/km)=	40,00
Pérdida de carga unitaria mínima(m/km)=	30,00
Pérdida de carga unitaria máxima(m/km)=	50,00
Velocidad máxima(m/s)=	4,11
Caudal mínimo	37,500 m3/h
Velocidad mínima (m/s)=	3,28 m/s
Calado mínimo	0,124
Calado máximo relativo(80%de la sección)=	0,248 m
Superficie relativa correspondiente al 80%	0,062 m2
Caudal relativo=	965,587 m3/h
Velocidad relativa=	4,302 m/s
Calado real=	0,220 m
Superficie real	0,059 m2
Caudal punta=	937,500 m3/h
Velocidad relativa=	4,407 m/s
Caudal relativo máximo>Caudal punta	Cumple

COLECTOR EJE 3

Diámetro interior(mm)=	500,00
Coefficiente de Manning	0,010
Pérdida de carga unitaria media(m/km)=	20,00
Pérdida de carga unitaria mínima(m/km)=	15,00
Pérdida de carga unitaria máxima(m/km)=	25,00
Velocidad máxima(m/s)=	3,95
Caudal mínimo	37,500 m3/h
Velocidad mínima (m/s)=	1,42 m/s
Calado mínimo	0,050
Calado máximo relativo(80%de la sección)=	0,350 m
Superficie relativa correspondiente al 80%	0,157 m2
Caudal relativo=	2116,929 m3/h
Velocidad relativa=	3,744 m/s
Calado real=	0,200 m
Superficie real	0,073 m2
Caudal punta=	937,500 m3/h
Caudal relativo máximo>Caudal punta	Cumple





CALCULO VELOCIDAD-CAUDAL-CALADO

OBRA: EJE 1

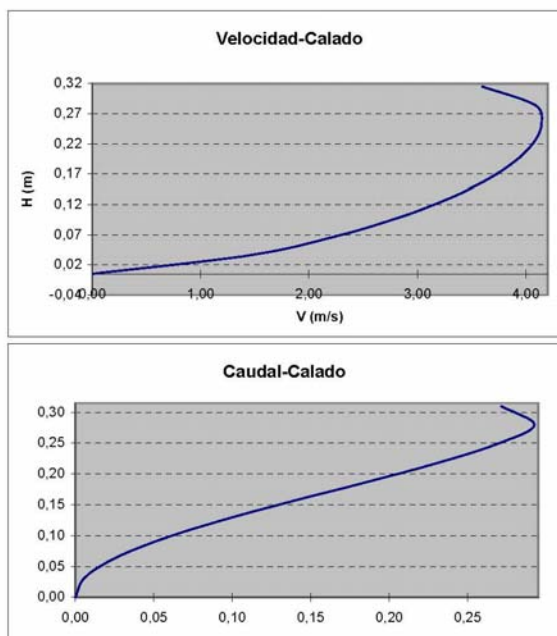
TUBERIA DE PVC

DIAMETRO: 0,315

COEFICIENTE DE MANNING: 0,010s/m^{1/3} 0,010

PENDIENTE: 0,04 0,04

H (m)	AREA (m ²)	PER. MOJ. (m)	RH (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m ³ /s)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000
0,031	0,004	0,199	0,020	1,46	0,006
0,062	0,011	0,287	0,037	2,24	0,024
0,093	0,019	0,359	0,053	2,82	0,054
0,124	0,028	0,425	0,066	3,28	0,092
0,155	0,038	0,487	0,078	3,64	0,137
0,186	0,047	0,549	0,086	3,90	0,184
0,217	0,056	0,615	0,092	4,07	0,230
0,248	0,065	0,686	0,094	4,14	0,268
0,279	0,072	0,774	0,092	4,09	0,292
0,310	0,075	0,990	0,076	3,60	0,271





CALCULO VELOCIDAD-CAUDAL-CALADO

OBRA: EJE 3

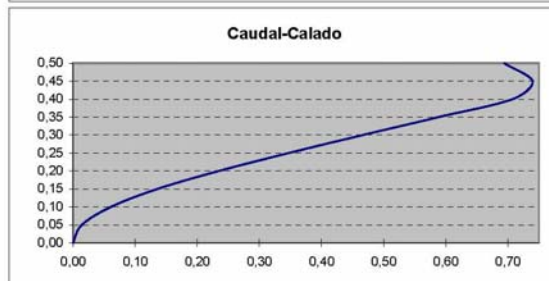
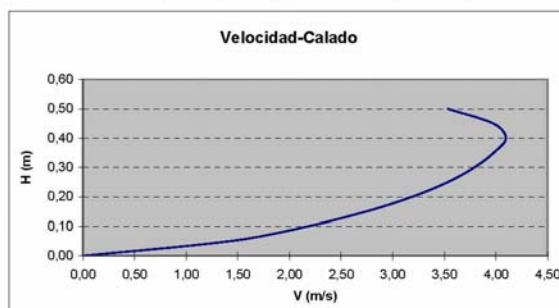
TUBERIA DE PVC

DIAMETRO: 0,50

COEFICIENTE DE MANNING: 0,010s/m^{1/3} 0,010

PENDIENTE : 0,02 0,02

H (m)	AREA (m ²)	PER. MOJ. (m)	RH (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m ³ /s)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000
0,050	0,010	0,322	0,032	1,42	0,014
0,100	0,028	0,464	0,060	2,17	0,061
0,150	0,050	0,580	0,085	2,74	0,136
0,200	0,073	0,685	0,107	3,19	0,234
0,250	0,098	0,785	0,125	3,54	0,347
0,300	0,123	0,886	0,139	3,79	0,466
0,350	0,148	0,991	0,149	3,98	0,588
0,400	0,173	1,107	0,156	4,10	0,708
0,450	0,186	1,249	0,149	3,98	0,740
0,500	0,196	1,571	0,125	3,54	0,694





CALCULO IMPULSIÓN SACEDÓN (BOMBAS EN PARALELO)

Población equivalente	6000,00	
Aportación DBO5	60,00	gr/had.día
Concentración DBO5	245,33	mg/l
Caudal medio	1467,41	m3/día
Caudal medio	61,14	m3/h
Caudal medio	16,98	l/s
Coefficiente punta	3,00	
Caudal de bombeo punta.....	183,43	m3/h
Caudal de bombeo punta.....	50,95	l/s
Nº bombas en funcionamiento.....	2,00	Ud
Nº bombas de reserva.....	1,00	Ud
Caudal unitario de bombeo.....	91,71	m3/h
Predimensionamiento del pozo.....	4,59	
Longitud pozo de bombeo.....	2,25	m
Ancho pozo de bombeo.....	2,50	m
Altura útil.....	1,30	m
Volumen útil.....	7,31	m3

Datos de la conducción. Colector Individual de las bombas:

caudal total=	183,43	0,050951779
Nº de Bombas en Funcionamiento=	2,00	
caudal =	91,71	
longitud =	5	
tipo tubería =	3	
material tubería =	acero	
n =	0,011	
diámetro =	100	
superficie	0,023559589	
velocidad =	2,16	

Pérdidas de carga:

nt: T de derivación de llegada	2
nd: desembocadura	2
nr: válvulas de retención de bola	2
nc: codos N3D 90º	2
ne: embocadura	2
Dh loc =	2,501
Dh cont =	0,009
h tot =	2,544

Datos de la conducción. Impulsión General:

caudal total=	183,43
longitud =	710
tipo tubería =	2
material tubería =	FD
n =	0,011
diámetro =	200
superficie	0,031412785
velocidad =	1,60





Pérdidas de carga:

nt: T de derivación de llegada	1
nd: desembocadura	1
nr: válvulas de retención de bola	2
nv: válvulas de compuerta	6
nc: codos N3D 90°	6
ne: embocadura	1
Dh loc =	1,190
Dh cont =	0,01715
Dh tot =	13,368

Medición de caudal:

caudal =	183,43
diámetro conducción =	200
diámetro caudalímetro =	150
sección en caudalímetro	0,007853982
velocidad en caudalímetro =	6,49
K ensanchamiento =	0,191
K estrechamiento =	0,219
Dh loc =	0,881

Altura manométrica del bombeo:

altura geométrica de bombeo =	6,790
pérdida carga colector individual =	2,544
pérdida carga impulsión general =	13,368
pérdida carga en caudalímetro =	0,881
pérdida carga total =	16,792
altura manométrica necesaria =	23,58
altura manométrica adoptada =	24,00
caudal unitario mínimo necesario de bombeo =	91,71
caudal unitario de bombeo =	92,00

Potencia de la bombas unitarias: 8,50 Kw

Potencia unitaria de la bombas : 9,00 Kw





CÁLCULO DEL BOMBEO DE SACEDÓN

Como criterios básicos para el dimensionamiento de los bombeos a sección completa se tomará:

- Las velocidades máximas y mínimas en estarán comprendidas entre $0,5\text{m/s} < v < 3\text{ m/s}$.
- La impulsión se dimensiona para un caudal punta 2,5 Qm respectivamente de la población actual.

Para el cálculo de la circulación de los interceptores-colectores se utiliza la fórmula de Manning:

$$I = \frac{n^2 \cdot V^2}{R_h^{4/3}}$$

Donde:

I = pendiente (m/m)

n = coeficiente de Manning (adimensional = 0,009)

V = velocidad (m/seg)

Rh = radio hidráulico de la sección (m)

Rh = A/Pm = Superf. mojada (m²)/Perím. mojado (m)

Se muestran a continuación los resultados de los bombeos en las hojas siguientes:

