

PTAR LOJA (ECUADOR)

MEMORIA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
1. SOLUCIÓN ADOPTADA	12
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SUS PRINCIPALES ELEMENTOS	14
2.1. DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A CONSEGUIR	14
2.1.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA LA PTAR	14
2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA A LA ENTRADA DE LA PTAR	14
2.1.3. RESULTADOS A OBTENER	14
2.1.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA	14
2.1.3.2. CONSIDERACIONES SOBRE EL TRATAMIENTO	16
2.1.3.3. DIMENSIONAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROCESO	17
2.2. LÍNEA DE AGUA	39
2.2.1. OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS	39
2.2.2. PRETRATAMIENTO	39
2.2.3. DECANTACIÓN PRIMARIA	41
2.2.4. TRATAMIENTO BIOLÓGICO. FILTROS PERCOLADORES	42
2.2.5. DECANTACIÓN SECUNDARIA	44
2.2.6. DESINFECCIÓN DEL AGUA TRATADA	44
2.3. LÍNEA DE FANGOS	46
2.3.1. PRODUCCIÓN DE FANGOS	46



2.3.2.	ESPEZAMIENTO DE FANGOS	46
2.3.3.	DESHIDRATACIÓN DE FANGOS	46
2.3.4.	ESTABILIZACIÓN DE FANGOS CON CAL	47
2.3.5.	ALMACENAMIENTO DE FANGOS DESHIDRATADOS	47
3.	COLECTOR.....	50
4.	PARCELA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	52
5.	APARATOS, DEPÓSITOS Y EDIFICIOS	55
6.	URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA	57
7.	EQUIPOS ELÉCTRICOS	58
7.1.	CONEXIÓN A LA RED	58
7.2.	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	58
7.3.	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	58
7.4.	CUADROS ELECTRICOS.....	59
7.5.	CABLEADO DE FUERZA, CONTROL E INSTRUMENTACIÓN	59
7.6.	CUADROS DE ALUMBRADO Y SERVICIOS.....	60
7.7.	PUESTA A TIERRA	61
8.	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....	62
8.1.	INSTRUMENTACIÓN.....	62
8.2.	SISTEMA DE CONTROL	62
9.	EQUIPOS DE LABORATORIO	63
10.	PLAN DE PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN	65
10.1.	INSPECCIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA.....	66
10.2.	OPERACIONES INICIALES	66
10.3.	CHEQUEO DEL SISTEMA ELECTROMECAÁNICO Y DE CONTROL.....	67
10.4.	LLENADO DE LA PLANTA.....	69
10.5.	OPERACIÓN NORMAL	70
10.5.1.	Parámetros a Controlar	71
10.6.	OPERACIÓN ESPECIAL	72
10.6.1.	Parada o suspensión de la operación de la planta.....	73



10.6.2. OPERACIÓN DE EMERGENCIA	73
10.6.3. Control De Calidad	74
11. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	75
11.1. GENERALIDADES	75
11.2. CARACTERÍSTICAS DEL MANUAL	75
11.3. CONTENIDO	76
11.4. INFORMES MENSUALES	77

ANEXOS:

ANEXO A. ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO B. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE LA PTAR

ANEXO C. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOFÍSICO DE LA PTAR

ANEXO D. LICENCIA AMBIENTAL

ANEXO E. MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA ESTACIÓN DE CLORACIÓN

ANEXO F. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL GAS METANO

ANEXO G. PLAN DE ACCIÓN DE LODOS

ANEXO H. DETALLE DE IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL



INTRODUCCIÓN

Problemática y justificación

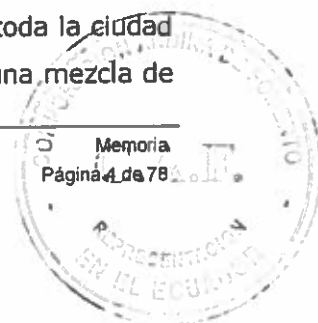
El colector marginal que recoge la mayor parte de las aguas residuales de la ciudad de Loja, descarga en el sector norte de la ciudad, en los terrenos adyacentes al Parque Industrial, frente a la ciudadela Sauces Norte. Las aguas descargadas por el colector no reciben ningún tratamiento antes de su vertido en el Río Zamora, por lo que las características físicas, químicas y microbiológicas del río son severamente afectadas, generándose un grave problema de contaminación, siendo éste aún mayor en los sectores aledaños a las descargas, situación latente y de alta preocupación para sus pobladores.

Esto quedó demostrado al realizar el Estudio de la calidad del agua en los ríos Malacatos y Zamora, efectuado en octubre de 2013, en el cual se tomó ocho puntos de muestreo.

En todos los análisis que se realizaron se observó una curva de tendencia muy similar para todos los parámetros analizados: el incremento de contaminantes desde el sitio de muestra inicial en los Dos Puentes hasta la calle 10 de Agosto es constante, aunque en menor escala del brusco aumento que se presenta en el sitio de descarga del colector marginal actual.

La contaminación microbiológica constituye el principal problema para los ríos Malacatos y Zamora, así como para las quebradas que fluyen por las distintas zonas de la ciudad de Loja. Los factores que contribuyen para aumentar la carga microbiológica son las descargas de alcantarillado aún existentes en distintos puntos de la ciudad, descargas directas de la población que vive junto a ríos y quebradas, y actividades de ganadería no controladas.

El caudal actual de la descarga está entre 0.6 y 0.8 m³/s y el río Zamora en ese sector tiene un caudal medio de 2.65 m³/s. La descarga de aguas residuales de toda la ciudad sobre el río Zamora, en el sector de Sauces Norte, resulta en que exista una mezcla de



los dos caudales en una relación entre 1:3 y 1:2 (agua residual: agua del río), que resulta intolerable para mantener las características normales del río. Esta situación se agrava aún más en periodos de estiaje en que el caudal del río se reduce hasta un 50%, pudiendo entonces llegar a relaciones de dilución 1:1 entre caudal de descarga: caudal del río.

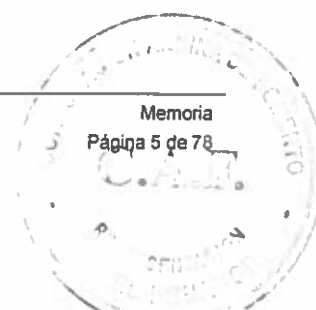
En el caso de la contaminación microbiológica, aún si se mantienen las condiciones de línea de base referentes a este parámetro en los ríos Malacatos y Zamora, la ausencia de una planta de tratamiento seguirá provocando que los niveles de indicadores de patógenos sean similares a una descarga de alcantarillado de baja carga. Además, la calidad del río Zamora puede mejorar significativamente controlando las descargas puntuales que deberán irse eliminando.

La construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Loja, permitirá evitar que el río Zamora sea afectado en forma severa como ocurre actualmente.

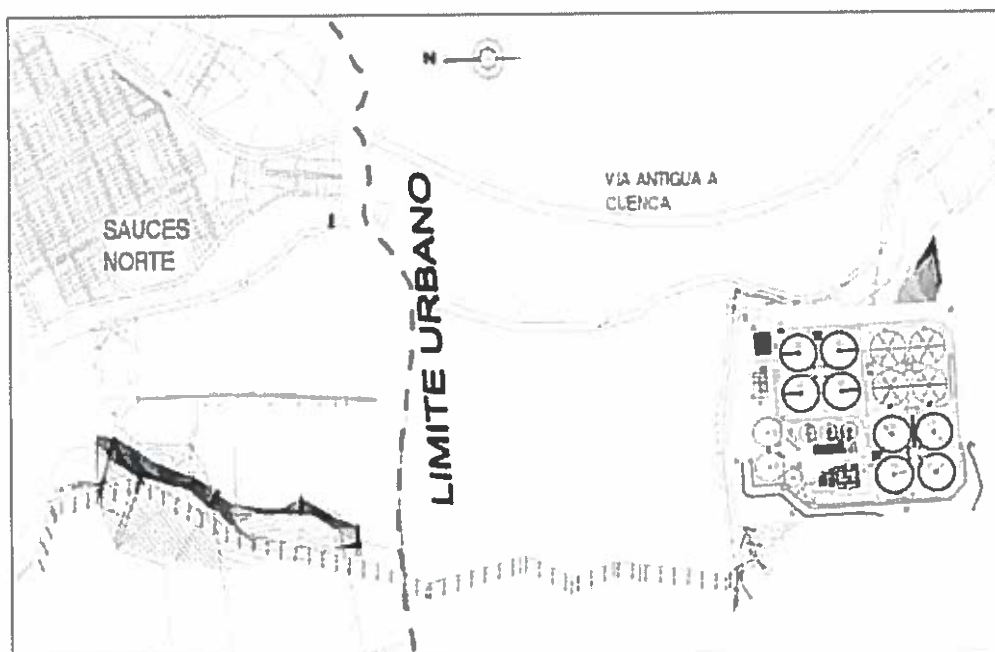
Una vez que entre en funcionamiento la planta de tratamiento de aguas residuales, la descarga de su efluente tratado sobre el río podrá ser asimilado más fácilmente. La relación de caudales entre el río Zamora y el efluente de la descarga, hace imprescindible la depuración efectiva de las aguas residuales para evitar afectar la calidad del río Zamora.

Ubicación

El sitio seleccionado para la planta de tratamiento de aguas servidas se encuentra ubicado en el sector Florencia, comprende una extensión de aproximadamente 10.50 hectáreas, se localiza en la ribera oriental del río Zamora, aproximadamente 1 km al norte del barrio Sauces Norte al final del área urbana de la ciudad.



Para llegar a la planta de tratamiento se deberá extender el colector marginal, en un tramo que va desde el Parque Industrial hasta las estructuras de pre-tratamiento de la Planta de Depuración.



BASES DE DISEÑO

Población

Se han realizado proyecciones de población futura con varios métodos de cálculo como: crecimiento geométrico, curva de crecimiento, porcentaje de saturación, mínimos cuadrados y variación logarítmica, determinándose que el que más se adapta a la realidad local es el aritmético.

De acuerdo a los resultados del último censo de población y vivienda del año 2010, el número de habitantes de la ciudad llegó a 170,280 habitantes. Aplicando el método aritmético, que nos da una tasa de crecimiento intermedia entre las otras metodologías, la población de la ciudad de Loja alcanzará 363,558 habitantes en el año 2040. Para efectos de diseño de la PTAR, se ha adoptado una población futura de 350,000 habitantes.



Con la estimación de la población que tendrá la ciudad de Loja dentro de 25 años, los caudales de diseño de la planta permitirán tratar adecuadamente las aguas residuales producidas durante el periodo de diseño de la planta.

Caudales

En el año 2015, el caudal medio de aguas residuales era de aproximadamente 700 l/s, de acuerdo a aforos volumétricos realizados en la descarga del colector marginal de la ciudad.

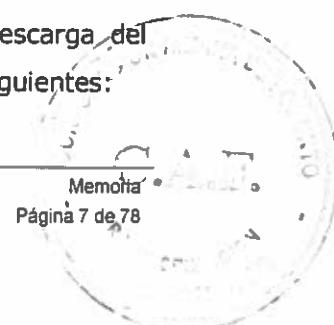
Los caudales con los que operará la planta de depuración, cuando entre en funcionamiento, son los siguientes:

	AÑO ACTUAL	AÑO HORIZONTE
Caudal medio diario (m ³ /día.):	62.500	87.500
Caudal medio horario (m ³ /h.):	2.604	3.646
Caudal máximo (m ³ /h.):	5.208	7.292
Población equivalente (hab.-eq.):	250.000	350.000

Caracterización de aguas residuales

En los análisis de calidad realizados en los ríos Zamora y Malacatos, en varios tramos y épocas (lluvias y verano), se observa cierta variación de datos referente a las muestras analizadas. Los parámetros son de orden físico, químico y microbiológico, se comparan con los niveles permisibles que establece la Norma Nacional de Calidad de Aguas Naturales, con fines de uso recreacional y de conservación. También se analizan aspectos biológicos cuyos indicadores permiten cruzar información.

Los resultados promedios de la caracterización del agua residual en la descarga del colector marginal en el Parque Industrial, realizada en el año 2013, son los siguientes:



PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
SST	mg/l	400
DBO ₅	mg/l	150
pH	-	6,8
Temperatura media en Verano	°C	20
Temperatura media en Invierno	°C	14

Los análisis de laboratorio se encuentran en el Anexo A del presente documento.

Dotación de agua potable

La dotación proyectada al año 2040 considerando: consumo público, pérdidas al final del período de diseño y un incremento anual de 2 l/h/d, es de 250 l/h/día.

FACTORES DE CALCULO DE LA DOTACIÓN CUADRO DE FACTORES QUE AFECTA A LA DEMANDA

DENOMINACIÓN	LÍMITE	FACTOR ADOPTADO "C"
TAMAÑO DE LA CIUDAD	0.85 a 1.20	1.00
PRESENCIA DE INDUSTRIAS	0.90 a 1.30	0.90
CLIMA	0.90 a 1.10	0.90
CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN	0.80 a 1.20	1.00
USO DE MEDIDORES Y COSTO DEL AGUA	0.80 a 1.20	1.20
DISPONIBILIDAD DE ALCANTARILLADO	0.90 a 1.10	1.10
CALIDAD DEL AGUA	0.80 a 1.10	1.00
PRESIONES DE SERVICIO	0.80 a 1.20	1.10
ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA	0.80 a 1.20	1.15

F =	1.04
-----	------

VALORES DE CONSUMO (SCHOCKLISTH)

USO DE AGUA	DOTACIÓN	
Bebida, cocina, lavado de platos	20	lit/hab./día
Aseo personal	50	lit/hab./día
Lavado de ropa	25	lit/hab./día
Inodoros	30	lit/hab./día



Lavado de pisos	6	lit/hab./día
Riego de jardines	5	lit/hab./día
Lavado de carros	10	lit/hab./día
<i>total consumo doméstico</i>	146	lit/hab./día

Dotación actual $D_a =$ CONSUMO DOMESTICO x F

$D_a =$ 152 lit/hab/día

Consumo público = 3% del consumo doméstico

$C_p =$ 4 lit/hab/día

Pérdidas = 30% del consumo doméstico

$P =$ 44,00 lit/hab/día

$Dotación\ futura\ D_f = D_a + C_p + P + (1\ a\ 3\ lit/hab/año)\ n.\ periodo\ de\ diseño$

$D_f =$ 250 lit/hab/día

De acuerdo a información obtenida en el Departamento de Comercialización de UMAPAL, de los datos de micromedición se obtiene un valor promedio de 150 lit/hab/día de dotación doméstica, lo cual coincide con el valor calculado de 152 lit/hab/día. Por tanto se determina que el valor proyectado de 250 lit/hab/día como dotación futura es correcto.

Estudio geotécnico para la cimentación de la PTAR

En julio de 2015 se realizó el estudio geotécnico para la cimentación de la PTAR, por medio de trabajos de campo y ensayos de laboratorio necesarios para la definición de las propiedades geotécnicas del suelo, que permitan determinar las características de cimentación, tipo, profundidad, capacidad portante, etc. Se anexa el estudio mencionado. Ver anexo B.



Estudio geológico y geofísico de la PTAR

Se Realizó el levantamiento geológico del sector de estudio a fin de determinar las condiciones litológicas en profundidad. Ver anexo C.

Licencia Ambiental

La Planta de Tratamiento de aguas residuales, es un componente del Plan de Ordenamiento y desarrollo sostenible del casco urbano central de la ciudad de Loja, proyecto que cuenta con Licencia Ambiental otorgada por la Autoridad Ambiental. Ver anexo D.

Criterios de selección de alternativas de depuración

Se realizó un análisis de alternativas con criterios de selección que permitan justificar la solución más idónea para el tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Loja.

Se analizaron los siguientes aspectos:

- Área requerida
- Costos de construcción
- Consumo de energía
- Costos de operación y mantenimiento
- Efectividad de tratamiento
- Eliminación de coliformes
- Sistema de operación
- Fiabilidad
- Versatilidad

Los sistemas de tratamiento comparados fueron:

- Sistema de lagunas convencional
- Sistema de lagunas aireadas
- Planta compacta
- Lodos activados (aireación extendida)
- Filtros percoladores

Los resultados fueron los siguientes:

SISTEMA DE TRATAMIENTO	Area requerida	Costo de construcción	Consumo de energía	Costo O&M anual	Efectividad tratamiento	Reducción de coliformes	Sistema de operación	Fiabilidad	Versatilidad	PUNTAJÓN
Factor	2	2	1	1	2	3	1	2	1	
Sistema de lagunas convencional	1.2	5.4	9.98	9	8.25	5.71	10	6	4	6.22
Sistema de lagunas alreadas	3	7	5.25	5	8.00	7.14	10	8	4	6.41
Planta compacta	9.4	6	3.33	1	9.00	8.57	5	4	3	5.97
Lodos activados (aireación extendida)	9.35	4	3.00	3	9.35	8.57	7	10	10	7.47
Filtros percoladores	9.25	10	9.58	9	8.75	8.57	9	9	8	9.07

Como se aprecia en la matriz de resultados, se llega a la conclusión de que el sistema a aplicarse en la ciudad de Loja, es el de Filtros Percoladores.



1. SOLUCIÓN ADOPTADA

La construcción de la PTAR Loja se llevará a cabo en dos etapas, de la siguiente manera:

PRIMERA ETAPA:

La línea de tratamiento propuesta para la primera etapa del proyecto, corresponde a la construcción de las siguientes unidades:

- Obra de llegada y pozo de gruesos (total).
- Pretratamiento (tres líneas).
- Decantación primaria (2 unidades).
- Tratamiento biológico (2 unidades).
- Decantación secundaria (2 unidades).
- Desinfección del agua tratada (2 líneas).
- Espesamiento de fangos (3 unidades).
- Deshidratación de fangos (2 unidades).
- Almacenamiento de fangos (2 unidades).
- Estabilización de fangos con cal (total).

SEGUNDA ETAPA:

En la segunda etapa del proyecto, se construirá lo siguiente:

- Pretratamiento (una línea adicional).
- Decantación primaria (2 unidades adicionales).
- Tratamiento biológico (2 unidades adicionales) más recirculación.
- Decantación secundaria (2 unidades adicionales).
- Desinfección del agua tratada (1 línea adicional).
- Espesamiento de fangos (1 unidad adicional).
- Digestión anaerobia de fangos (3 unidades).
- Deshidratación de fangos (1 unidad adicional).

- Almacenamiento de fangos (1 unidad adicional).
- Línea de biogás (1 gasómetro + 1 antorcha + 2 depósitos tampón).
- Planta de compostaje para el aprovechamiento de lodos generados en la PTAR.



2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SUS PRINCIPALES ELEMENTOS

2.1. DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A CONSEGUIR

2.1.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA LA PTAR

	AÑO ACTUAL	AÑO HORIZONTE
Caudal medio diario (m ³ /día.):	62.500	87.500
Caudal medio horario (m ³ /h.):	2.604	3.646
Caudal máximo (m ³ /h.):	5.208	7.292
Población equivalente (hab.-eq.):	250.000	350.000

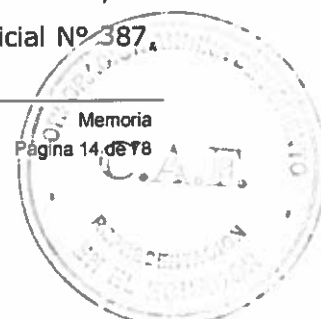
2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA A LA ENTRADA DE LA PTAR

	AÑO ACTUAL	AÑO HORIZONTE
DBO ₅ (mg/l.):	150	150
DBO ₅ media diaria (kg/día):	9.375	13.125
DQO (mg/l.):	300	300
DQO media diaria (kg/día):	18.750	26.250
S.S.T. (mg/l.):	400	400
S.S.T. media diaria (kg/día):	25.000	35.000
N-NTK (mg N/l.):	22	22
N-NTK media diaria (kg/día):	1.375	1.925

2.1.3. RESULTADOS A OBTENER

2.1.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA

Como mínimo, el agua depurada analizada, tendrá las siguientes características, de acuerdo a los Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce (Registro Oficial N° 387



Edición Especial, emitido por el Ministerio del Ambiente, el 04 de Noviembre del 2015, Tabla 9):

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	30
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real ¹	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos	Organofosforados totales	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Organofosforados			
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ²	mg/l	1000
Sulfuros	S ²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

¹ La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

2.1.3.2. CONSIDERACIONES SOBRE EL TRATAMIENTO

La planta propuesta, permite atender las necesidades de la población actual y controlar de forma rotunda el problema de contaminación y vertido descontrolado que presenta el río en la actualidad, a la vez que prevé el futuro crecimiento de la planta, para permitir ampliaciones según el crecimiento poblacional que se pueda producir. En el diseño se utiliza una tecnología ampliable sin grandes incrementos de consumos energéticos, dejando, en el terreno los espacios necesarios para la ubicación de los desdobles de los procesos. El tratamiento que se ha diseñado consta de dos líneas de decantación primaria, dos líneas de filtros percoladores y dos decantadores secundarios y permite cumplir con los requerimientos de vertido. El diseño propuesto admite una posible ampliación en el número de elementos de cada operación unitaria y así cumplir con las estimaciones previstas de población y con los parámetros de calidad para el año horizonte (+25).



2.1.3.3. DIMENSIONAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROCESO

PTAR LOJA
DIMENSIONAMIENTO DEL PROCESO

DATOS DE PARTIDA	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
Nº de habitantes	250.000	350.000

Características del agua bruta

Caudal de saneamiento (l/hab.día)	250	250
Caudal medio diario (m³/día)	62.500	87.500
Caudal medio horario (m³/h)	2.604	3.646
Caudal medio (l/s)	723,4	1.012,7

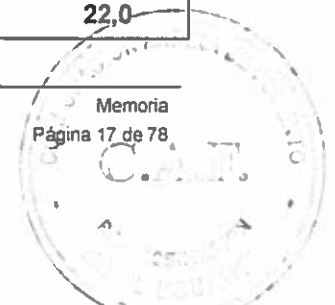
K. Coef. Punta en tiempo seco	2,00	2,00
Caudal máximo horario (m³/h)	5.208	7.292
Caudal máximo (l/s)	1.446,8	2.025,5

Carga de DBO5 (kg/día)	9.375,0	13.125,0
Concentración DBO5 (mg/l)	150	150
Concentración DBO5 soluble (mg/l)	86	86
Concentración DBO5 particulada (mg/l)	64	64

Carga de DQO (kg/día)	18.750,0	26.250,0
Concentración DQO (mg/l)	300,0	300,0

Carga de S.S.T. (kg/día)	25.000,0	35.000,0
Concentración S.S.T. (mg/l)	400,0	400,0

Carga de N-NTK (kg/día)	1.375,0	1.925,0
Concentración N-NTK (mg/l)	22,0	22,0



Características del agua tratada

Concentración DBO5 (mg/l)	50,0	50,0
Concentración DQO5 (mg/l)	150,0	150,0
Concentración S.S.T. (mg/l)	100,0	100,0
Concentración NTotal (mg/l)	15,0	15,0

OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS

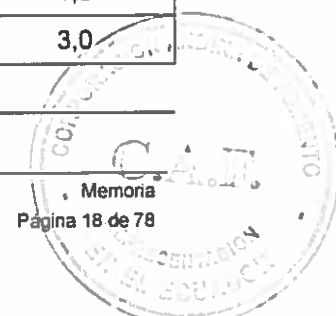
PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
----------------------	----------------------

Pozo de gruesos

-Caudal máximo en obra de llegada (m ³ /h)	5.208	7.292
-Caudal medio en obra de llegada (m ³ /h)	2.604	3.646
-Nº de pozos	1	1
-Profundidad parte recta (m)	1,0	1,0
-Profundidad parte inclinada (m)	1,5	1,5
-Anchura superior (m)	6,0	6,0
-Longitud superior (m)	7,0	7,0
-Anchura inferior (m)	3,0	3,0
-Longitud inferior (m)	4,0	4,0
-Volumen adoptado unitario (m ³)	79,1	79,1
-Tiempo de retención a Q máximo (segundos) > 30 "	55	39
-Sistema de limpieza	Cuchara bivalva	Cuchara bivalva
-Capacidad de la cuchara (l)	250	250

Reja de protección del bombeo en la salida del pozo de gruesos

-Nº de rejas	1	1
-Tipo de reja	Recta manual	Recta manual
-Luz de paso (mm)	100,0	100,0
-Altura de reja (m)	1,5	1,5
-Ancho de reja (m)	3,0	3,0



PRETRATAMIENTO**PRIMERA
ETAPA****SEGUNDA
ETAPA****Desbaste grueso con limpieza automática**

-Caudal medio en desbaste (m ³ /h)	2.604	3.646
-Caudal máximo (m ³ /h)	5.208	7.292
-Nº de líneas en funcionamiento con limpieza automática	3	4
-Caudal máximo en desbaste por línea (m ³ /h)	1.736	1.823
-Paso entre barrotes (mm)	20	20
-Espesor barrotes (mm)	10	10
-Grado de colmatación (%)	30	30
-Ancho del canal (m)	1,1	1,1
-Ancho útil de la reja (mm)	727	727
-Calado a Q máximo. (m)	0,90	0,90
-Superficie de paso útil a Q máximo. (m ²)	0,65	0,65
-Calado a Q medio (m)	0,85	0,85
-Superficie de paso útil a Q medio (m ²)	0,62	0,62
-Velocidad de paso a Q máximo (m/s)	1,05	1,11
-Velocidad de paso a Q medio (m/s)	0,56	0,59
-Velocidad de aproximación a Q máximo (m/s)	0,49	0,51
-Velocidad de aproximación a Q medio (m/s)	0,26	0,27

Desbaste fino. Tamizado con limpieza automática

-Caudal medio en desbaste (m ³ /h)	2.604	3.646
-Caudal máximo (m ³ /h)	5.208	7.292
-Nº de líneas en funcionamiento con limpieza automática	3	4
-Caudal máximo en desbaste por línea (m ³ /h)	1.736	1.823
-Paso de malla (mm)	5	5
-Espesor lámina (mm)	3	3
-Grado de colmatación (%)	30	30
-Ancho del canal (m)	1,1	1,1
-Ancho del tamiz (m)	1,0	1,0

-Ancho útil de la reja (mm)	623	623
-Calado a Q máximo. (m)	0,80	0,80
-Superficie de paso útil a Q máximo. (m ²)	0,50	0,50
-Calado a Q medio (m)	0,75	0,75
-Superficie de paso útil a Q medio (m ²)	0,47	0,47
-Velocidad de paso a Q máximo (m/s)	1,38	1,45
-Velocidad de paso a Q medio (m/s)	0,74	0,77
-Velocidad de aproximación a Q máximo (m/s)	0,55	0,58
-Velocidad de aproximación a Q medio (m/s)	0,29	0,31

Desarenado-Desengrase

Definición y datos de funcionamiento

-Caudal medio en desarenado (m ³ /h)	2.604	3.646
-Caudal máximo en desarenado (m ³ /h)	5.208	7.292
-Nº de líneas en funcionamiento	3	4
-Ancho total del desarenador (m)	4,0	4,0
-Longitud del desarenador (m)	18,0	18,0
-Relación L/A	4,5	4,5
-Superficie real de cada línea (m ²)	72,0	72,0
-Velocidad ascensional real a Q medio (m/h)	12,1	12,7
-Velocidad ascensional real a Q max (m/h)	24,1	25,3
-Sección transversal (m ²)	10,0	10,0
-Velocidad a través de la sección transversal (m/s) a Q medio	0,02	0,03
-Volumen unitario desarenador (m ³)	180,0	180,0
-Tiempo de retención a Q med (min)	12,4	11,8
-Tiempo de retención a Q max (min) > 5'	6,2	5,9

Sistema de aireación

-Sistema utilizado de aireación	Turbina sumergida de aireación	Turbina sumergida de aireación
-Volumen del desarenador (m ³)	180	180
-Ratio de aire total/m ³ de volumen (w/m ³)	20	20



-Potencia total necesaria (kw)	3,6	3,6
-Nº de turbina de aireación por línea	3	3
-Potencia unitaria necesaria (kw)	1,2	1,2
-Modelo seleccionado	F315	F315
-Potencia unitaria instalada (kw)	1,5	1,5
-Tamaño de la burbuja	200 micras	200 micras

Bombeo de arenas

-Producción agua-arena (l/m ³ agua residual)	30	30
-Producción diaria (m ³ /día)	1.875	2.625
-Nº de horas de bombeo de agua-arena	12	12
-Nº de bombas de arena	3	4
-Capacidad necesaria de la bomba de arenas (m ³ /h)	52,1	54,7
-Capacidad adoptada de la bomba de arenas (m ³ /h)	55,0	55,0
-Nº de clasificadores de arena	1	1
-Tipo del clasificadores de arena	Tornillo	Tornillo
-Capacidad adoptada del clasificador de arenas (m ³ /h)	165,00	165,00

Separador de grasas pretratamiento

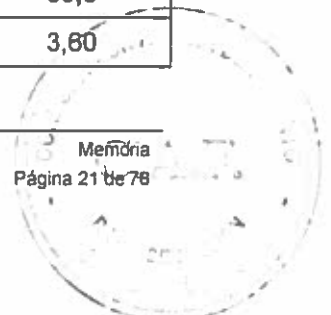
-Nº de separadores de grasas	1	1
-Tipo del separador de grasas	Rasquetas de superficie	
-Capacidad adoptada del concentrador de flotantes (m ³ /h)	25	25

DECANTACIÓN PRIMARIA

PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
----------------------	----------------------

Dimensiones de decantadores primarios

-Caudal máximo (m ³ /h)	5.208	7.292
-Caudal medio (m ³ /h)	2.604	3.646
-Nº de decantadores	2	4
-Diámetro adoptado (m)	30,0	30,0
-Calado en vertedero (m)	3,60	3,60



-Tipo de decantador	Rasquetas	Rasquetas
-Volumen unitario (m ³)	2.567	2.567
-Volumen total (m ³)	5.134	10.269

Parámetros de funcionamiento

-Velocidad real a Q med. (m/h)	1,84	1,29
-Velocidad real a Q máx. (m/h)	3,68	2,58
-Tiempo de retención a Q medio (h)	1,97	2,82
-Tiempo de retención a Q max. (h)	0,99	1,41
-Carga sobre vertedero a Q med.(m ³ /hxml)	13,8	9,7
-Carga sobre vertedero a Q max (m ³ /hxml)	27,6	19,3

Rendimientos

-Rendimiento en S.S.T. (%)	45	50
-Rendimiento en DBO5 (%)	20,0	23,5
-Reducción en NTK (%)	8	11
-DBO5 salida (mg/l)	120	115
-S.S.T. salida (mg/l)	220	200
-NTK salida (mg/l)	20,2	19,6

Producción y bombeo de fangos

-Producción de fangos biológicos (kg/día)	0	0
-Producción de fangos primarios (kg/día)	11.250	17.500
-Producción de fangos totales (kg/día)	11.250	17.500
-Concentración de la purga (g/l)	10	10
-Volumen fangos totales (m ³ /día)	1.125	1.750

Bombeo de fangos primarios a espesador

-Nº de bombas de purga en servicio	3	4
-Nº de bombas de purga en reserva	1	1
-Tipo de bomba	Tornillo de desplazamiento positivo	



-Capacidad máxima de la bomba adoptada (m ³ /h)	20,0	20,0
-Nº de horas de purga/bombeo al día	18,8	21,9
-Diámetro de la conducción de impulsión individual de la bomba (m)	0,10	0,10
-Velocidad en impulsión individual (m/s)	0,71	0,71
-Diámetro de la conducción de impulsión común a dos bombas (m)	0,15	0,15
-Velocidad en impulsión común (m/s)	0,63	0,63

TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Datos de partida

<i>Efluente de decantación primaria</i>	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Caudal medio diario (m ³ /día)	62.500	87.500
-Caudal medio horario (m ³ /h)	2.604	3.646
-Caudal máximo (m ³ /h)	5.208	7.292
-DBO5 (mg/l)	120	115
-DBO5 soluble (mg/l)	86	86
-DBO5 particulada (mg/l)	34	29
-S.S.T. (mg/l)	220	200
-S.S.V. (mg/l)	121	110
-NTK (mg/l)	20	20
-DBO5 (kg/día)	7.500	10.041
-S.S.T. (kg/día)	13.750	17.500
-S.S.V. (kg/día)	7.563	9.625
-NTK (kg/día)	1.265	1.713

Caudal de recirculación a primera etapa

-Caudal medio horario necesario (m ³ /h)	0	2.188
-Caudal medio diario de recirculación (m ³ /día)	0	52.500
-DBO5 (mg/l)	0,0	81,0
-DBO5 soluble (mg/l)	0,0	25,7
-DBO5 particulada (mg/l)	0,0	19,0

-S.S.T. (mg/l)	0,0	200,0
-S.S.V. (mg/l)	0,0	110,0
-NTK (mg/l)	0,0	19,6
-DBO5 (kg/día)	0	4.253
-S.S.T. (kg/día)	0	10.500
-S.S.V. (kg/día)	0	5.775
-NTK (kg/día)	0	1.029

Suma de las dos corrientes. Influyente a Primera etapa

-Caudal medio diario con recirculación (m³/día)	62.500	140.000
-Caudal medio horario con recirculación (m³/h)	2.604	5.833
-Caudal máximo horario con recirculación (m³/h)	5.208	9.479
-DBO5 (kg/día)	7.500	14.293
-DBO5 (mg/l)	120	102
-DBO5 soluble (mg/l)	86	46
-DBO5 particulada (mg/l)	34	56
-S.S.T. (mg/l)	220	200
-S.S.T. (kg/día)	13.750	28.000
-S.S.V. (mg/l)	121	110
-S.S.V. (kg/día)	7.563	15.400
-NTK (mg/l)	20	19
-NTK (kg/día)	1.265	2.658
-DBO5/NTK	5,9	5,4

-Temperatura teórica para el cálculo del proceso (°C)	18	18
---	-----------	-----------

-DBO5 Requerida en el agua tratada (mg/l)	50	50
-Porcentaje requerido de eliminación de DBO5 en filtros percoladores	58,3%	51,0%



Filtros percoladores

Dimensiones de los filtros percoladores	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Nº de filtros percoladores	2	4
-Altura de relleno (m)	4,4	4,4
-Diámetro adoptado (m)	30,0	30,0
-Superficie adoptada unitaria (m ²)	707	707
-Superficie adoptada total (m ²)	1.414	2.827
-Volumen total de relleno (m ³)	6.220	12.441

Para el cálculo de los filtros percoladores se seguirá el criterio de Metcalf y Eddy.

El cálculo de la reducción de DBO, se basará en la siguiente fórmula:

$$\frac{S_e}{S_0} = e^{-kD/q^n}$$

Siendo:

S_e = concentración de entrada de DBO₅ (mg/l)

S₀ = concentración de salida de DBO₅ (mg/l)

k = constante de tratabilidad

D = profundidad del filtro (m)

q = carga hidráulica (l/m²/s)

n = constante experimental (0,5)

Para determinar la constante de tratabilidad, que varía en función de la temperatura, se utilizará la siguiente fórmula:

$$k_2 = k_1 \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^{0,5} \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^{0,6}$$

Siendo:

k₂ = valor normalizado de k a 20°C (l/s)^{0,5}/m²

k₁ = valor normalizado de k para agua residual = 0,210 (l/s)^{0,5}/m²

D₁ = profundidad de filtro tipo = 6,1 m

D₂ = profundidad del filtro diseñado (m)



$S_1 = 150 \text{ g DBO/m}^3$

$S_2 = \text{concentración de entrada de DBO (g DBO/m}^3)$

Para tener la influencia de la temperatura, se obtendrá, que k , para la temperatura T es igual a:

$$k_t = k_{20} (1.035)^{T-20}$$

La carga hidráulica a caudal medio se mantendrá en torno a $0,5 \text{ l/m}^2/\text{s}$.

La recirculación se calcula para que la carga hidráulica sea $q > 0,5 \text{ l/m}^2/\text{s}$

-Recirculación R necesaria	0%	60%
-Caudal de recirculación necesario (m³/h)	0	2.188

Bombeo de recirculación

-Caudal necesario de recirculación (m ³ /h)	0	2.188
-Nº de bombas en servicio	0	3
-Nº de bombas en reserva	1	1
-Caudal unitario necesario (m ³ /h)	0	729
-Caudal unitario adoptado (m ³ /h)	800	800
-Caudal total de recirculación instalado (m ³ /h)	0	2.400
-Porcentaje sobre el caudal medio	0,0%	65,8%
-Altura manométrica de elevación (m)	8,0	8,0
-Tipo de bomba	Sumergibles	Sumergibles
-Tipo de regulación	VDF	VDF

-Diámetro de la impulsión individual de la bomba (m)	0,40
-Velocidad en impulsión individual (m/s)	1,77

-Diámetro de la impulsión común para dos bombas (m)	0,60
-Velocidad en impulsión individual (m/s)	0,00



Parámetros de funcionamiento del filtro percolador

-Carga volúmica (kgDBO5/m ³ xdía)	1,21	1,15
-Equivalente SRT	1,50	1,90
-Carga hidráulica a Q medio (m ³ /m ² /h)	1,8	2,1
-Carga hidráulica adoptada a Q medio q (l/m ² /s)	0,51	0,57
-q ⁿ (n=0,5)	0,7	0,8

-K1 (l/s)0,5/m ²	0,178	0,178
-K2 a 20°C (l/s)0,5/m ²	0,23	0,25
-K2,t a la temperatura T°C (l/s)0,5/m ²	0,22	0,24
-K _{2,t} . D/q ⁿ	1,3	1,4
-Se. DBO5 soluble en el efluente (mg/l)	31,2	25,7
-Biomasa producida (mg/l)	41	30

-Ratio de oxidación volumétrica (kg/m ³ /día) (0,4-1,3)	2,14	2,13
--	------	------

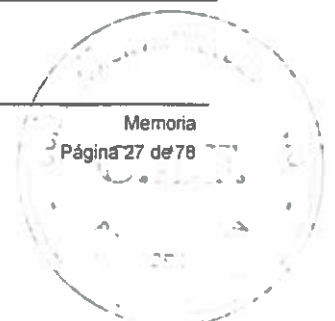
Como el ratio es mayor que 1,3 no existe nitrificación total. Solo una nitrificación parcial.

Rendimientos de eliminación

-Rendimiento DBO5	64,3%	56,2%
-Reducción en NTK (%)	20%	20%

Características del agua de salida de filtros percoladores

-Porcentaje de DBO5 particulada eliminada	66%	66%
-DBO5 particulada eliminada (mg/l)	22,4	36,9
-DBO5 particulada salida (mg/l)	11,6	19,0
-DBO5 soluble eliminada (mg/l)	54,8	20,5
-DBO5 total salida (mg/l)	42,8	44,7
-DBO5 soluble salida (mg/l)	31,2	25,7
-NTK (mg/l)	16,2	15,2
-DBO5/NTK	1,93	1,69



Producción de fangos

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Caudal medio diario incluyendo QR (m ³ /día)	62.500	140.000
-% de S.S.V. en agua entrada filtros percoladores	55%	67%
-S.S. inertes en el agua de entrada (mg/l)	99	67
-S.S.T. en agua tratada (mg/l)	57	23
-S.S. inertes en el agua tratada (mg/l)	25	17
-S.S. inertes eliminados (mg/l)	74	50
-Biomasa en 1ª etapa (mg/l)	41	30

-% de S.S.V. no biodegradables en agua entrada filtros percoladores	26,8%	11,0%
-S.S.V. no biodegradables nbVSS (mg/l)	32	6

-Producción de fangos (mg/l)	148	86
-Producción de fangos (kg/día)	9.254	12.070

Decantadores de filtros percoladores

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
--	----------------------	----------------------

Definición

-Nº de líneas en funcionamiento a caudal medio	2	4
-Tipo de decantador	Rasquetas	Rasquetas
-Caudal máximo (m ³ /h)	5.208	7.292
-Caudal medio (m ³ /h)	2.604	3.646
-Caudal máximo por decantador (m ³ /h)	2.604	1.823
-Caudal medio por decantador (m ³ /h)	1.302	911
-Diámetro adoptado (m)	30	30
-Superficie unitaria del decantador (m ²)	707	707
-Longitud total de vertedero (m)	94	94
-Calado en el borde del vertedero (m)	3,6	3,6
-Volumen del decantador (m ³)	2.545	2.545
-Volumen total (m ³)	5.089	10.179



Parámetros de funcionamiento

-Tiempo de retención a Qmáximo (h)	1,0	1,4
-Tiempo de retención a Qmedio (h)	2,0	2,8

-Carga de vertedero a Q max. (m ³ /mlxh)	27,6	19,3
-Carga de vertedero a Q medio (m ³ /mlxh)	13,8	9,7
-Velocidad real a Q máx. (m/h)	3,7	2,6
-Velocidad real a Q med. (m/h)	1,8	1,3

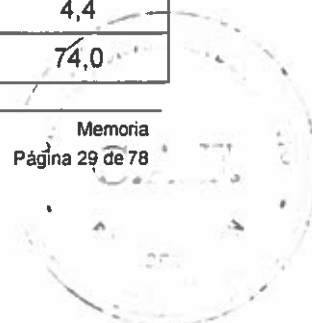
Cálculo de la aeración en filtros percoladores

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Porcentaje de aberturas sobre superficie filtro	7%	7%
-Superficie mínima necesaria de aberturas por filtro percolador (m ²)	49,5	49,5
-Nº de aberturas	65	65
-Superficie necesaria de cada abertura (m ²)	0,8	0,8
-Altura de cada abertura (m)	0,65	0,65
-Longitud necesaria de cada abertura (m)	1,17	1,17
-Longitud adoptada de cada abertura (m)	1,20	1,20
-Superficie adoptada de aberturas por filtro percolador (m ²)	50,7	50,7
-Separación entre aberturas (m)	0,25	0,25

DESINFECCIÓN DEL AGUA TRATADA

Cámaras de contacto

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Caudal máximo (m ³ /h)	5.208	7.292
-Caudal medio (m ³ /h)	2.604	3.646
-Tiempo de retención necesario a caudal medio (minutos)	15	15
-Volumen necesario (m ³)	651	911
-Nº de líneas	2	3
-Altura de agua (m)	4,4	4,4
-Superficie necesaria por línea (m ²)	74,0	74,0



-Ancho adoptado (m)	5,0	5,0
-Longitud adoptada (m)	15,0	15,0
-Superficie adoptada por línea (m ²)	75,0	75,0
-Volumen adoptado por línea (m ³)	330,0	330,0
-Volumen adoptado total (m ³)	660,0	990,0

-Tiempo de retención a caudal medio (minutos)	15,2	16,3
-Tiempo de retención a caudal máximo (minutos)	7,6	8,1

Sistema de dosificación de cloro gas

-Dosificación máxima (mg/l)	10	10
-Dosificación media (mg/l)	5	5
-Caudal de diseño (m ³ /h)	2.604	3.646
-Consumo máximo diario (kg/día)	625	875
-Consumo medio diario (kg/día)	313	438
-Consumo máximo horario (kg/h)	26,0	36,5
-Consumo medio horario (kg/h)	13,0	18,2
-Nº de cloradores en funcionamiento	3	4
-Capacidad máxima necesaria por clorador (kg/h)	8,7	9,1
-Capacidad máxima adoptada por clorador (kg/h)	10,0	10,0

PRODUCCIÓN DE FANGOS EN EXCESO Y BOMBEO

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Producción total de fangos biológicos (kg/día)	9.254	12.070
-Concentración fango (g/l)	7	7
-Volumen diario de fango a caudal medio (m ³ /día)	1.322	1.724
-Destino del bombeo	Espesador	Espesador
-Número de bombas en servicio	3	4
-Número de bombas en reserva	1	1
-Tipo de bomba	Tornillo de desplazamiento positivo	
-Caudal bomba adoptado (m ³ /h)	25	25



-Altura manométrica de las bombas de purga (m.c.a.)	5,0	5,0
-Horas purga a caudal medio	17,6	17,2

-Diámetro de la conducción individual (m)	0,10	0,10
-Superficie de la conducción (m ²)	0,01	0,01
-Velocidad en tramo individual (m/s)	0,88	0,88

-Diámetro de la conducción de un grupo de 2 bombas (m)	0,15	0,15
-Superficie de la conducción (m ²)	0,02	0,02
-Velocidad en tramo común de 2 bombas (m/s)	0,79	0,79

ESPESAMIENTO DE FANGOS

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Producción de fangos biológicos (kg/día)	9.254	12.070
-Producción de fangos primarios (kg/día)	11.250	17.500
-Producción de fangos totales (kg/día)	20.504	29.570

-Caudal diario de fangos biológicos (m ³ /día)	1.322	1.724
-Caudal diario de fangos primarios (m ³ /día)	1.125	1.750
-Caudal diario de fangos total (m ³ /día)	2.447	3.474

-Nº de espesadores	3	4
-Concentración media entrada (kg/m ³)	8,4	8,5
-Concentración media para tiempo de retención (kg/m ³)	16,0	14,2
-Altura en borde (m)	3,6	3,6
-Diámetro adoptado (m)	14,0	14,0
-Superficie unitaria adoptada (m ²)	153,9	153,9
-Altura de la parte inclinada (m)	0,4	0,4
-Volumen del cono inferior (m ³)	20,5	20,5
-Volumen adoptado unitario (m ³)	575	575
-Volumen adoptado total (m ³)	1.724	2.299

-Tiempo de retención del fango (días)	1,9	1,8
-Tiempo de retención del fango (horas) > 48 h	45,0	42,3
-Carga real de trabajo (kg/m ³ xdía)	44,4	48,0
-Concentración fango espesado (kg/m ³)	35,0	35,0
-Volumen diario fangos espesados (m ³ /día)	585,8	844,9
-Volumen de sobrenadante (m ³ /día)	1.861	2.629

DIGESTIÓN DE FANGOS

La digestión anaerobia de fangos se instala en la segunda etapa del proyecto.

En la primera etapa se dispone de una estabilización de fangos con cal.

Bombeo a digestión

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Volumen total fangos a digestión (m ³ /día)	-----	845
-Nº de horas al día de bombeo	-----	12
-Nº de bombas en servicio	-----	4
-Nº de bombas en reserva	-----	1
-Caudal unitario necesario (m ³ /h)	-----	18
-Caudal unitario adoptado (m ³ /h)	-----	20
-Altura manométrica de elevación (m)	-----	20,0
-Tipo de bomba	Tornillo desplazamiento positivo	
-Tipo de regulación	VDF	

Digestores

-Total volátiles (kg/día)	-----	20.699
-Total minerales (kg/día)	-----	8.871
-Total fangos a digestión (kg/día)	-----	29.570
-Volumen total fangos a digestión (m ³ /día)	-----	845
-Tiempo de retención (días)	-----	20
-Carga de volátiles (kgMV/m ³ x día)	-----	1,8



-Volumen por tiempo (m ³)	-----	16.897
-Volumen por carga de volátiles (m ³)	-----	11.828
-Nº de digestores	-----	3
-Volumen unitario necesario (m ³)	-----	5.632
-Volumen unitario adoptado (m ³)	-----	6.000
-Reducción de volátiles (%)	-----	45
-Fangos digeridos (kg/día)	-----	20.256
-Concentración media fangos digeridos (g/l)	-----	24

Definición geométrica

-Diámetro del digestor (m)	-----	24,00
-Altura cónica superior (m)	-----	2,20
-Altura cilíndrica de líquido (m)	-----	12,50
-Altura cilíndrica total (m)	-----	12,60
-Altura cónica inferior (m)	-----	2,20
-Superficie de la base (m ²)	-----	452
-Volumen útil del digestor (m ³)	-----	5.987

LÍNEA DE BIOGÁS

Producción de biogás

-Producción de gas (Nm ³ /kgMV eliminada)	-----	0,90
-Producción diaria de gas (Nm ³ /día)	-----	8.383
-Producción de gas media (Nm ³ /h)	-----	349

Almacenamiento de biogás

-Nº de gasómetros	-----	1
-Volumen unitario adoptado (m ³)	-----	3.160
-Almacenamiento (% de producción diaria)	-----	37,7%
-Almacenamiento (horas/día)	-----	9,05
-Tipo de gasómetro	Membrana	



Antorcha

-Nº de antorchas	-----	1
-Capacidad necesaria de la antorcha (Nm ³ /h.)	-----	349
-Capacidad adoptada de la antorcha (Nm ³ /h.)	-----	360

Depósito tampón de fangos digeridos

-Fangos digeridos (kg/día)	-----	20.256
-Caudal diario de fangos (m ³ /día)	-----	845
-Concentración media entrada (kg/m ³)	-----	24
-Nº de depósitos	-----	2
-Altura en borde (m)	-----	4,0
-Diámetro adoptado (m)	-----	13,0
-Superficie unitaria adoptada (m ²)	-----	133
-Altura de la parte inclinada (m)	-----	0,60
-Volumen del cono inferior (m ³)	-----	26,5
-Volumen unitario (m ³)	-----	557
-Volumen adoptado total (m ³)	-----	1.115
-Tiempo de retención del fango (días)	-----	1,32
-Carga real de trabajo (kg/m ² xdia)	-----	76

Motores de generación de energía eléctrica

- Potencia eléctrica nominal (Kwe)	-----	347
- Consumo de biogás nominal al 100% de carga (Kw)	-----	939
- Consumo de biogás nominal al 100% de carga (Nm ³ /h)	-----	325
- Rendimiento eléctrico (%)	-----	36,95
-Caudal de gases de escape (kg/h)	-----	1.920
-Temperatura de gases de escape (°C)	-----	396
- Potencia gases enfriados a 130 °C (Kwt)	-----	327
-Potencia térmica total aprovechable de Circuito principal (kw)	-----	242
-Potencia térmica total aprovechable del motor (kw)	-----	569
-Potencia térmica total aprovechable del motor (kcal/h)	-----	489.010



-Funcionamiento del motor	-----	100%
-Energía eléctrica generada diaria (kwh/día)	-----	16.716

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales contará con las facilidades de compatibilidad para una potencial instalación de un sistema de almacenamiento de lodos y aprovechamiento energético del gas metano producido por la PTAR.

Además, se debe realizar un estudio con cooperación técnica de CAF en el cual se genere como resultados la siguiente información:

1. Cantidad de GEI que generarán estos lodos (en escenario business as usual y con escenario con tratamiento en planta de generación de electricidad).
2. Presupuesto estimado de implementación.
3. Cronograma de implantación (Fase 2) del proyecto.
4. Potencial sitio de Implantación del módulo de generación de electricidad o biodigestión de lodos del proyecto.

DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

Centrifugas

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
	Sin digestión	Con digestión
-Días semanales de deshidratación	6	6
-Horas diarias de deshidratación	16	16
-Carga horaria (kg MS/h)	1.495	2.156
-Carga diaria de fangos (kg MS/día deshidratación)	23.922	34.498
-Volumen horario (m ³ /h)	42,72	61,60
-Tipo de deshidratación	Centrifugas	Centrifugas
-Nº de centrifugas en servicio	2	3
-Nº de bombas de alimentación a centrifugas	2	3
-Carga horaria de fangos por cada máquina (kg M.S./hora)	748	719
-Caudal unitario por centrifuga necesario (m ³ /h)	21,36	20,53
-Caudal unitario de la centrifuga adoptado (m ³ /h)	25,00	25,00
-Concentración fango seco (%)	22,00	22,00
-Volumen de filtrado (m ³ /día)	575	829

Instalación de polielectrolito

-Dosis media prevista de diseño (kg/Ton. M.S.)	4,0	4,0
-Dosis máxima prevista de diseño (kg/Ton. M.S.)	7,0	7,0
-Consumo máximo de polielectrolito (kg/día deshidratación)	167,5	241,5
-Consumo máximo de polielectrolito por semana (kg)	1.004,7	1.448,9

-Nº de semanas de almacenamiento	2	2
-Consumo de polielectrolito en periodo almacenamiento (kg)	2.009	2.898
-Capacidad de los bidones de polielectrolito (kg)	20	20
-Nº de bidones necesarios (Espacio necesario)	100	145
-Concentración solución madre (kg/m ³)	5,0	5,0
-Volumen de agua diaria para solución madre (m ³ /día)	33,5	48,3
-Volumen horario de solución madre (m ³)	2,1	3,0
-Periodo de maduración (h)	1,0	1,0
-Volumen necesario de cubas de dilución (m ³)	2,1	3,0
-Nº de cubas de dilución	2	2
-Volumen unitario (m ³)	1,0	1,5
-Volumen adoptado (m ³)	1,0	1,0
-Tipo de instalación	Compacta	Compacta
-Nº de bombas dosificadoras en servicio	2	3
-Nº de bombas dosificadoras en reserva	1	1
-Capacidad unitaria necesaria mínima (l/h)	1.047	1.509
-Capacidad unitaria necesaria máxima (l/h)	1.831	2.641
-Capacidad unitaria adoptada máxima (l/h)	2.000	3.000
-Tipo de dilución posterior	En línea	En línea
-Concentración total diluida (kg/m ³)	1,0	1,0
-Volumen necesario de agua de dilución en línea (m ³ /día)	134,0	193,2
-Volumen necesario de agua de dilución en línea (m ³ /h)	8,4	12,1
-Caudal de agua necesario por rotámetro (m ³ /h)	4,2	6,0
-Caudal total agua en instalación (m ³ /día)	167,5	241,5

ESTABILIZACIÓN DE FANGOS CON CAL

La estabilización de fangos se realiza con cal viva Ca(OH)₂ dosificada en forma granular a la salida del fango deshidratado y antes de su envío al silo.

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Dosis de cal por kg de MS (kg Ca(OH) ₂ /kg MS)	0,20	-----
-Cantidad de cal necesaria por día de deshidratación (kg Ca(OH) ₂ /día)	4.784	-----
-Nº de horas de funcionamiento de la dosificación de cal (h/día)	16	-----
-Cantidad de cal necesaria horaria (kg/h)	299	-----



Almacenamiento de cal

-Densidad aparente de Ca (OH) ₂ (kg/l)	0,9	-----
-Volumen necesario diario (m ³ /día)	5,3	-----
-Nº de silos adoptados	1	-----
-Volumen unitario (m ³)	42	-----
-Periodo de almacenamiento (días)	7,9	-----

Dosificación de cal

-Tipo de dosificador	De tornillo	-----
-Nº de dosificadores	1	-----
-Caudal máximo necesario (kg/h)	299	-----
-Caudal máximo necesario (m ³ /h)	0,33	-----

La mezcla de fango deshidratado y cal se efectúa en la tolva de aspiración de las bombas de tornillo de elevación a silo, que dispone de un mezclador de paletas.

Mezcla de fangos deshidratados y cal

-Carga diaria de fangos deshidratados (kg/día deshidratación)	23.922	34.498
-Cantidad de cal necesaria por día de deshidratación (kg Ca(OH) ₂ /día)	4.784	0
-Carga diaria de fangos + cal (kg/día deshidratación)	28.706	34.498

ALMACENAMIENTO DE FANGOS DESHIDRATADOS

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Densidad de la torta (kg/l)	1,2	1,1
-Volumen de fangos secos (m ³ /día sec.)	108,7	156,8
-Volumen de fangos secos (m ³ /hora deshidratación)	6,8	9,8
-Volumen semanal (m ³ /semana)	652,4	940,9
-Capacidad de almacenamiento (días de deshidratación)	1,8	1,8
-Volumen necesario de almac. (m ³)	190,3	282,3
-Nº de silos	2	3
-Volumen unitario necesario (m ³)	95,1	94,1
-Volumen adoptado (m ³)	100,0	100,0

-Carga a silo	Bomba volumétrica	Bomba volumétrica
-Nº de bombas en servicio	2	3
-Nº de bombas en reserva	1	1
-Capacidad de la bomba necesaria (m ³ /h)	3,4	3,3
-Capacidad de la bomba adoptada (m ³ /h)	3,5	3,5

BOMBEO DE DRENAJES

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
-Caudal medio diario de agua en desarenado a cabecera (m ³ /día)	1.875	2.625
-Caudal medio horario de agua en desarenado a cabecera (m ³ /h)	78	109

-Caudal medio diario de agua en espesamiento a cabecera (m ³ /día)	1.861	2.629
-Caudal medio horario de agua en espesamiento a cabecera (m ³ /h)	78	110

-Caudal medio diario de agua en deshidratación a cabecera (m ³ /día)	741	985
-Caudal medio horario de agua en deshidratación a cabecera (m ³ /h)	46	62

-Caudal medio diario de agua de drenajes a cabecera (m ³ /día)	4.478	6.239
-Caudal medio horario de agua de drenajes a cabecera (m ³ /h)	187	260

-Número de bombas en servicio	2	2
-Número de bombas en reserva	1	1
-Tipo de bomba	Sumergible	Sumergible
-Caudal bomba adoptado (m ³ /h)	170	170
-Altura manométrica de las bombas de purga (m.c.a.)	5,0	5,0
-Horas de funcionamiento a caudal medio	13,2	18,4
-Diámetro de la conducción individual (m)	0,20	0,20
-Superficie de la conducción (m ²)	0,03	0,03
-Velocidad en tramo individual (m/s)	1,50	1,50

PRIMERA ETAPA CONSTRUCTIVA

2.2. LÍNEA DE AGUA

2.2.1. OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS

El caudal máximo de entrada a la planta será de 5.208 m³/h., con un caudal medio de 2.604 m³/h. en esta fase del proyecto, para una población equivalente en el año actual, de 250.000 hab-eq.

El agua llega a la PTAR mediante un colector de 1.400 mm en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Hay una compuerta automática de aislamiento de toda la PTAR para casos de emergencia.

El pozo de gruesos tiene un volumen de 79,1 m³ de volumen al cual se ha incorporado una cuchara bivalva de 250 l. para recogida de los residuos más voluminosos. En dicho pozo se coloca una reja manual de protección del desbaste, de 100 mm de paso. El mantenimiento de la cuchara bivalva se realiza con la ayuda de un polipasto eléctrico de 1.250 kg.

Este pozo de gruesos dispone de una salida de seguridad mediante tubería de 1.400 mm conectada al by-pass general de la planta.

A este pozo de gruesos llegan los vaciados de la decantación primaria y secundaria, así como los vaciados y sobrenadantes del clasificador de arenas y separador de grasas, estos últimos mediante 1+1 (en reserva) bombas sumergibles de 170 m³/h de caudal unitario.

2.2.2. PRETRATAMIENTO

Para el desbaste grueso se han previsto cuatro canales de 1,1 m. de ancho dotados de compuertas automáticas de aislamiento aguas arriba y abajo.

Tres de los canales se equipan con rejas automáticas de gruesos de 20 mm de luz de paso, con una capacidad máxima por línea de 1.823 m³/h, y para la cuarta línea se dispone de una reja manual de 10 mm para casos de emergencia.

Después de las rejas automáticas se disponen tres tamices de finos, también automáticos, con una luz de paso de 5 mm.

Los residuos de las rejas y tamices se recogen con sendos tornillos transportadores-compactadores hasta dos contenedores de almacenamiento.

Los cuatro canales disponen de vaciado independiente que comunica con el pozo de bombeo de vaciados del pretratamiento, comentado anteriormente.

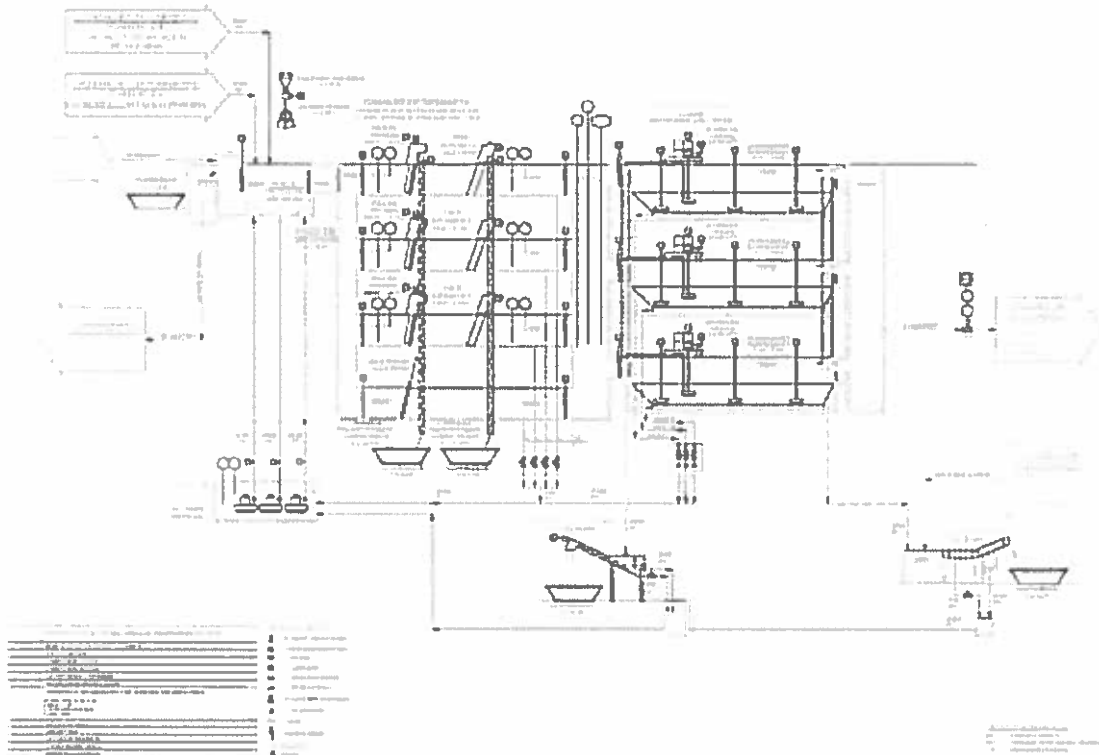
El agua a la salida de los canales de desbaste, llega a las tres líneas de desarenado-desengrase previstas. Cada desarenador tiene unas dimensiones de 18 m de longitud y 4 m de anchura, con un volumen unitario de 180 m³.

El sistema de aireación de cada desarenador se realiza con tres electro turbinas por línea de 1,5 kW de potencia unitaria.

La bomba de arenas va a bordo del puente desarenador y tiene una capacidad unitaria por línea de 55 m³/h.

Toda la mezcla agua-arenas de los tres desarenadores, confluyen en el clasificador que tiene una capacidad de 120-240 m³/h. Este elemento separa las arenas del agua y las almacena en un contenedor abierto de 5 m³ de volumen.

Por otro lado, las grasas se recogen en los desarenadores-desengrasadores mediante rasquetas de superficie y se envían al separador-concentrador de grasas, que separa también los aceites y grasas del agua, almacenándolos en un contenedor de 5 m³.



2.2.3. DECANTACIÓN PRIMARIA

A la salida del desarenado-desengrase, se ha previsto una tubería de 1.400 en PRFV que alimenta a la decantación primaria y en la cual se coloca un medidor electromagnético de caudal en tubería.

En la fase actual se han previsto dos decantadores primarios circulares, de 30 m de diámetro y 3,6 m de altura en vertedero, con un volumen unitario de 2.567 m³.

Se ha dejado espacio para dos decantadores más en el futuro.

La velocidad ascensional a caudal medio es de 1,84 m/h, y 3,68 m/h a caudal máximo.

Los rendimientos previstos en esta etapa son:

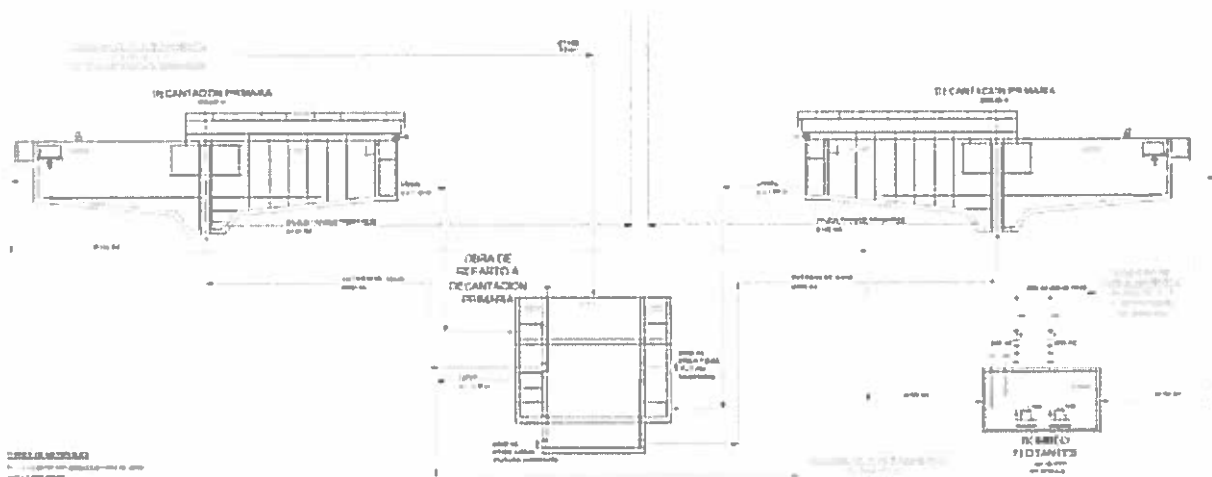
- SST: 45 %
- DBO₅: 20 %
- NTK: 8 %

Las concentraciones de salida en esta etapa son:

- SST: 220 mg/l
- DBO₅: 120 mg/l
- NTK: 20 mg/l

La producción de fangos primarios es de 11.250 kg/día con una concentración en la purga de 10 g/l. El volumen diario de fangos primarios es de 1.125 m³/día

Todo este fango se bombea a los espesadores de gravedad, mediante 3+1 (en reserva) bombas de tornillo de 20 m³/h de capacidad unitaria, que funcionan menos de 20 horas al día con lo que los consumos son reducidos.

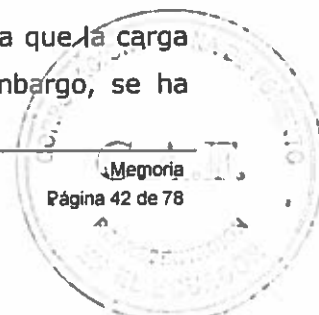


2.2.4. TRATAMIENTO BIOLÓGICO. FILTROS PERCOLADORES

Para el tratamiento biológico, se han diseñado dos filtros percoladores de 30 m de diámetro y 4,4 m de altura de relleno. El volumen total de relleno asciende a 6.220 m³.

Se ha dejado espacio en la implantación para dos filtros percoladores más y todo el sistema preparado para la recirculación en el futuro.

En esta primera etapa no se hace necesario bombeo de recirculación ya que la carga hidráulica de entrada a los lechos, es superior a 0,5 l/m²/s. Sin embargo, se ha



dejado previsto en el diseño la arqueta de recirculación, para que en el futuro se ubiquen en esta arqueta las bombas necesarias para una futura recirculación.

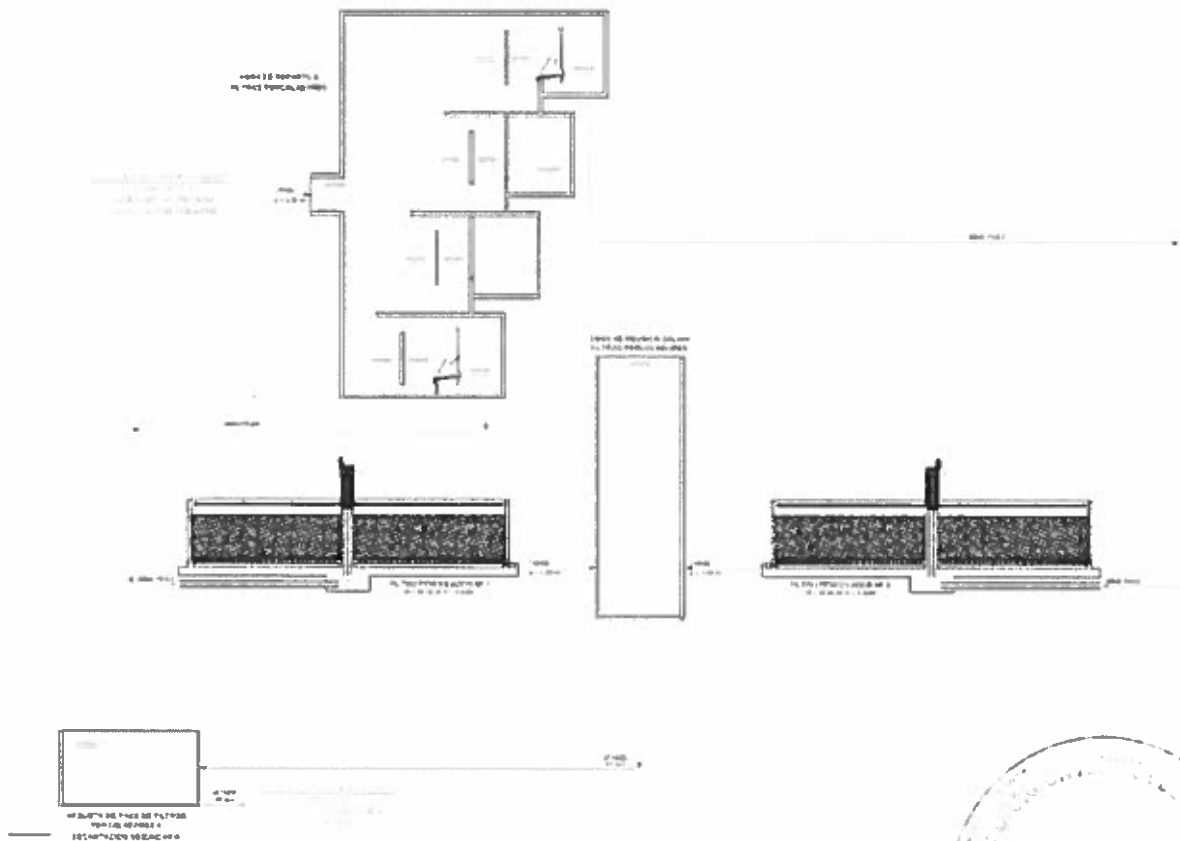
El filtro percolador trabaja a una carga volúmica de 1,21 kg DBO₅/m³ x día y con una carga hidráulica a caudal medio de 0,51 l/m²/s.

La calidad del agua esperada a la salida de los filtros percoladores tiene las siguientes características:

- SST: 57 mg/l
- DBO₅: 43 mg/l
- NTK: 15 mg/l

La producción diaria de fangos biológicos es de 9.254 kg/día, a una concentración de 7 g/l, con un volumen diario de 1.322 m³/día.

Todo este fango se bombea a los espesadores de gravedad, mediante 3+1 (en reserva) bombas de tornillo de 25 m³/h de capacidad unitaria, que funcionan menos de 18 horas al día con lo que el consumo energético es muy bajo.

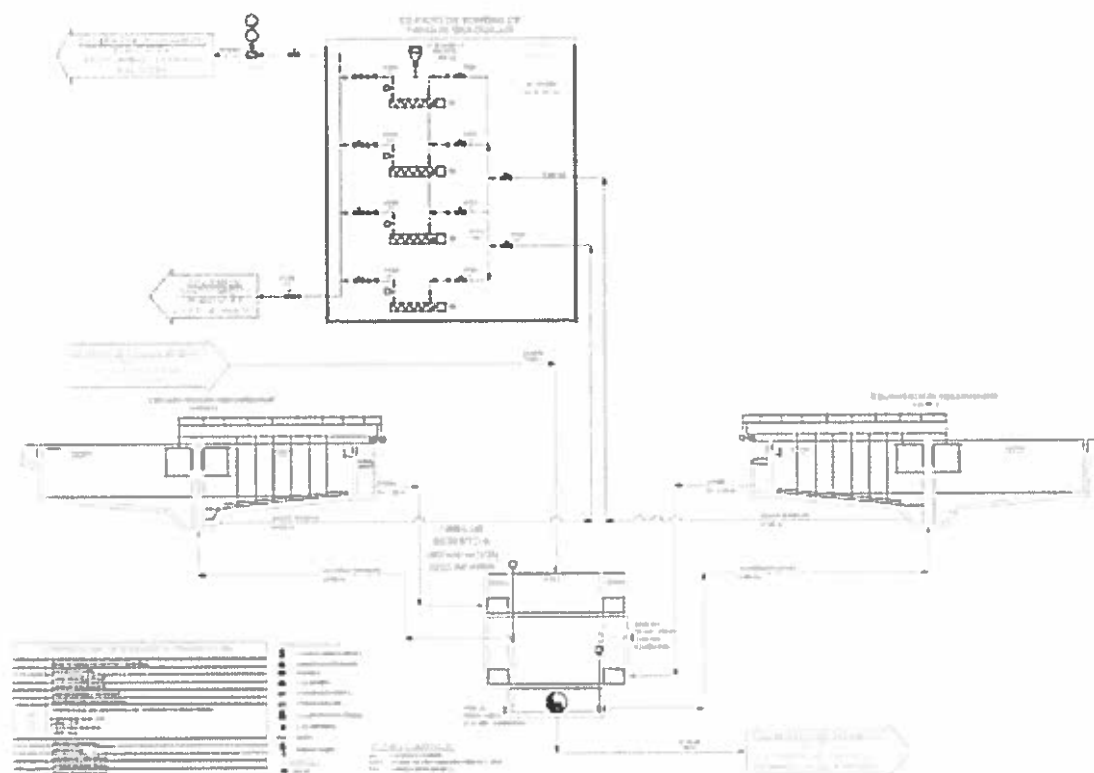


2.2.5. DECANTACIÓN SECUNDARIA

En la fase actual se han previsto dos decantadores secundarios circulares, de 30 m de diámetro y 3,6 m de altura en vertedero, con un volumen unitario de 2.567 m³.

Se ha dejado espacio para dos decantadores más en el futuro.

La velocidad ascensional a caudal medio es de 1,84 m/h, y 3,69 m/h a caudal máximo.



2.2.6. DESINFECCIÓN DEL AGUA TRATADA

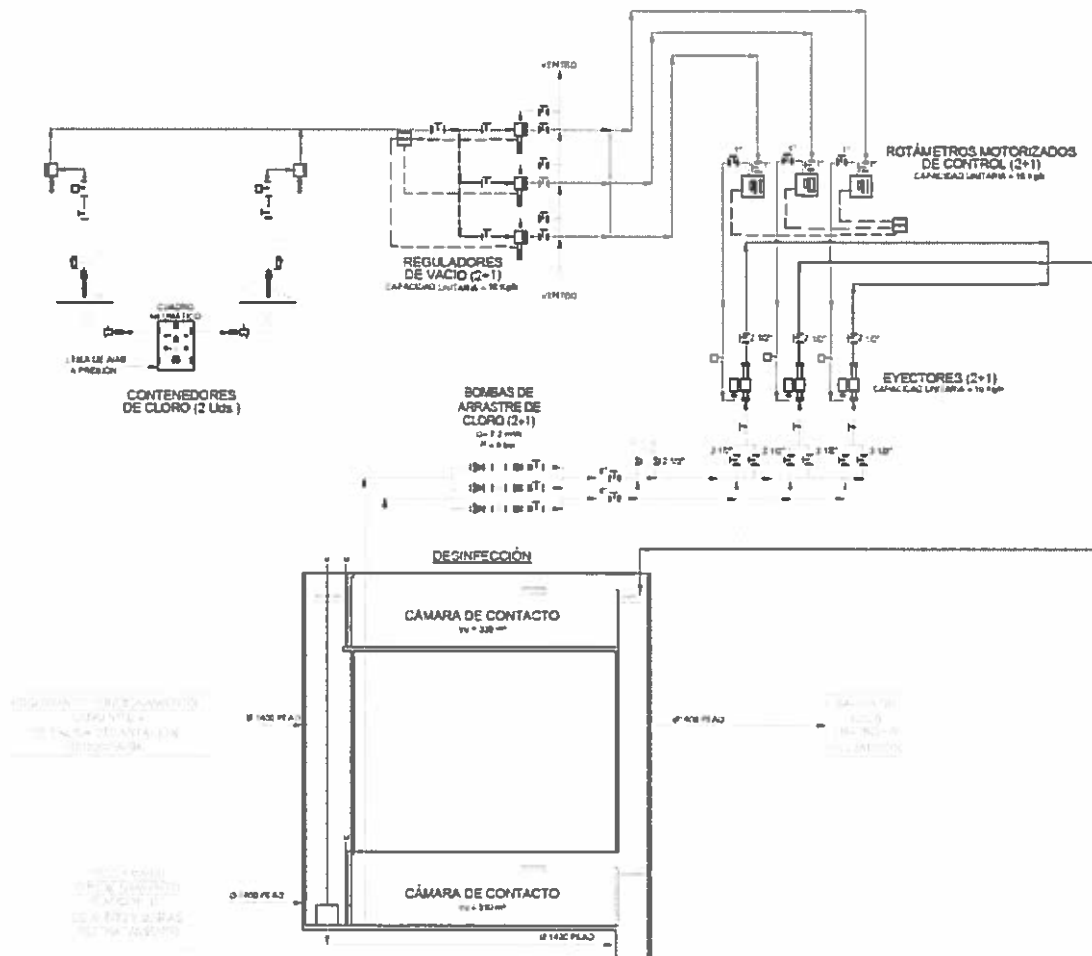
Esta fase se ha diseñado con un tiempo de retención a caudal medio previsto de 15 minutos.

En estas condiciones, se han previsto dos líneas de desinfección con una longitud unitaria total de 15 m y una anchura de 5 m. El calado es de 4,4 m y el volumen por línea es de 330 m³.

La desinfección se realiza por aporte de cloro gas en estas cámaras, con una dosis media de 5 mg/l, y 10 mg/l como dosis máxima.

El consumo medio horario varía entre 13 y 26 kg/h, en función de la dosis aportada.

Para conseguir estas dosificaciones se han previsto cuatro cloradores con una capacidad unitaria de 10 kg/h.



2.3. LÍNEA DE FANGOS

2.3.1. PRODUCCIÓN DE FANGOS

Las nuevas instalaciones proyectadas producirán dos tipos de fangos:

- Fango primario procedente del tratamiento primario.
- Fango en exceso procedente del tratamiento biológico.

La producción máxima de fangos de cada tipo calculadas en el de dimensionamiento son:

- Fango primario: 9.254 kg/día.
- Fango en exceso: 11.250 kg/día.

La producción total de fangos asciende a 20.504 kg/día, con un volumen de 2.447 m³/día.

2.3.2. ESPEZAMIENTO DE FANGOS

Todo el fango se espesa en dos unidades circulares de gravedad que tienen un diámetro de 14 m y una altura en vertedero de 3,6 m.

La concentración media del fango en la entrada es de 8,4 g/l, y la concentración del fango espesado a la salida será de 30 g/l.

Los espesadores se han diseñado con un tiempo de retención previsto de 1,9 días, tomando una concentración media en el espesador de 16 g/l. El volumen de cada espesador es de 575 m³, y la carga real de trabajo es de 44,4 kg/m²/día.

Con la concentración prevista, el volumen diario de fangos espesados es de 586 m³.

2.3.3. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

Como la producción diaria de fangos es de 20.504 kg/día, si deshidratamos durante 6 días/semana y 16 horas/día, obtenemos una carga horaria de fangos a deshidratar de 1.495 kg/h, con un volumen de 42,7 m³/h.



Se han previsto dos centrifugas para deshidratar todo el fango con el diseño propuesto, para una capacidad unitaria de 25 m³/h y una carga por máquina de 748 kg/h de materia seca procesada.

La alimentación a las centrifugas se realiza con 2+1 (en reserva) bombas de tornillo de 25 m³/h de capacidad unitaria.

La instalación de polielectrolito está formada por dos equipos compactos de preparación de 1.000 l. de capacidad unitaria, realizándose la dosificación con 2+1 (en reserva) bombas de tornillo de 2.000 l/h.

2.3.4. ESTABILIZACIÓN DE FANGOS CON CAL

La estabilización de fangos se realiza con cal viva dosificada a la salida del fango deshidratado, previamente a su envío a los silos de almacenamiento.

La dosis prevista de cal es de 0,2 kg Ca(OH)₂/kg MS, con un consumo diario de 4.784 kg/día.

Como hemos previsto que la deshidratación se realice en 16 horas/día, el consumo máximo horario de cal es de 299 kg/h.

La cal se dosifica mediante un tornillo transportador hasta la tolva de recepción de impulsión de fangos deshidratado a silos.

2.3.5. ALMACENAMIENTO DE FANGOS DESHIDRATADOS

La producción diaria de MS almacenada más cal asciende a 13.010 kg/día, que con una sequedad esperada del 22% supone un caudal medio diario de 130 m³/día. Este caudal se bombea con 2+1 (en reserva) bombas de tornillo helicoidal, con una capacidad unitaria de 3,5 m³/h a dos silos de almacenamiento de 100 m³ de volumen unitario.

El volumen de fangos deshidratados por día de secado es de 108,7 m³, teniendo una autonomía de almacenamiento superior a los tres días de deshidratación.

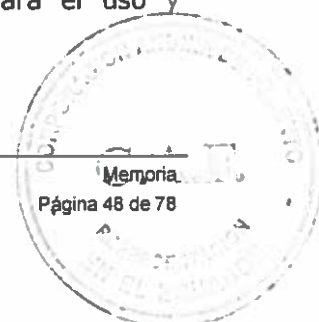
SEGUNDA ETAPA CONSTRUCTIVA

En el diseño de la PTAR Loja se utilizó una tecnología ampliable sin grandes incrementos de consumos energéticos, dejando, en el terreno los espacios necesarios para la ubicación de los desdobles de los procesos, los cuales serán construidos en la segunda etapa del proyecto y están conformados por:

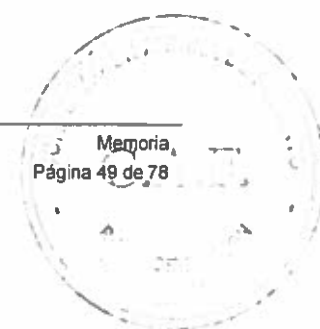
- Pretratamiento (una línea adicional).
- Decantación primaria (2 unidades adicionales).
- Tratamiento biológico (2 unidades adicionales) más recirculación.
- Decantación secundaria (2 unidades adicionales).
- Desinfección del agua tratada (1 línea adicional).
- Espesamiento de fangos (1 unidad adicional).
- Digestión anaerobia de fangos (3 unidades).
- Deshidratación de fangos (1 unidad adicional).
- Almacenamiento de fangos (1 unidad adicional).
- Línea de biogás (1 gasómetro + 1 antorcha + 2 depósitos tampón).
- Planta de compostaje para el aprovechamiento de lodos generados en la PTAR.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales contará con las facilidades de compatibilidad para una potencial instalación de un sistema de almacenamiento de lodos y aprovechamiento energético del gas metano producido por la PTAR.

Con la finalidad de dar cumplimiento a lo solicitado en el Contrato de Préstamo de CAF con el Municipio de Loja, en la Cláusula Octava, numeral 3, acápite i) y ii), se presenta como anexos a la memoria técnica, los anexos: Anexo E. Medidas de seguridad para la estación de cloración; Anexo F. Aprovechamiento energético del gas metano producido en la PTAR Loja; y, Anexo G. Plan de acción para el uso y disposición final de los lodos producidos en la PTAR Loja.



El presente diseño de la PTAR Loja, ha tomado en consideración los procesos que se realizarán en la segunda etapa constructiva, como la línea de lodos con digestión anaeróbica y línea de biogás, además de la ampliación de los procesos contemplados en la primera etapa como pretratamiento, decantación primaria y secundaria, tratamiento biológico y desinfección. Sin embargo se aclara que cuando se vaya a ejecutar la segunda etapa de construcción, se deben realizar los diseños definitivos de los componentes mencionados, con la finalidad de garantizar los cálculos realizados y de ser el caso tomar los correctivos que arrojen dichos diseños definitivos.

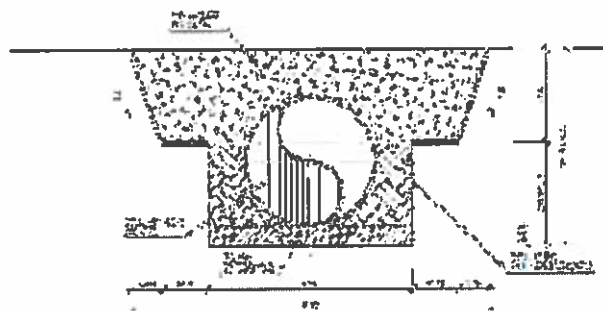


3. COLECTOR

El agua residual llega a la nueva PTAR mediante la prolongación del colector marginal existente desde el actual punto de vertido al río hasta la parcela, en un tramo que va desde el Parque Industrial hasta las estructuras de pretratamiento.

La longitud de este nuevo tramo es de 1.468,50 m diseñada en PRFV y 1.400 mm de diámetro.

Las dimensiones de la zanja tipo por donde irá el colector se pueden observar en la siguiente imagen, extraída del plano correspondiente:



Sección tipo zanja colector

La zanja se ejecuta con un talud 1H:3V en el primer metro y con entibación mediante tablestacas metálicas en la parte más profunda de la excavación.

Rellenos de la zanja:

- Cama de arena de 10 cm sobre la que se asienta la tubería.
- Relleno de material seleccionado procedente de préstamos en la zona entibada.
- Relleno de material procedente de la excavación en el primer metro de profundidad.

En los casi 1.500 m de longitud del colector, se han proyectado 32 pozos, además del de llegada a la PTAR, que coinciden con los cambios de dirección en planta y de rasante.

Estos pozos se realizan en hormigón armado de $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$. Las profundidades de estos varían según el pozo en cuestión, siendo el de mayor profundidad de 4,414 m y el de menor 3,181 m, correspondientes a los perfiles P-25 y P-3 respectivamente.

Al igual que la zanja del colector, se considera un talud 1H:3V en el primer metro de excavación y entibación mediante tablestacas metálicas en el resto de profundidad, siguiendo los mismos criterios en cuanto a rellenos y mejora del terreno.



4. PARCELA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Se realiza un movimiento general de tierras para explanación de la parcela de modo que se minimizan los volúmenes de desmonte y terraplén.

La planta está formada por dos plataformas.

La primera de ellas se encuentra a la cota de urbanización +1.924,00 en su extremo sur y +1.923,00 en su extremo norte. En esta plataforma se localiza: obra de llegada, pretratamiento, decantación primaria, edificio de fangos primarios, espesamiento, edificio de deshidratación y fangos primarios, tolvas de almacenamiento de fangos deshidratados y silo de cal para la estabilización de fangos deshidratados.

La cota de la segunda plataforma varía desde la cota +1.918,50 a la +1.919,00. En ella se encuentra el tratamiento biológico mediante filtros percoladores, decantación secundaria, edificio de fangos biológicos, edificio de control y la desinfección. El acceso a la planta también se encuentra en esta zona.

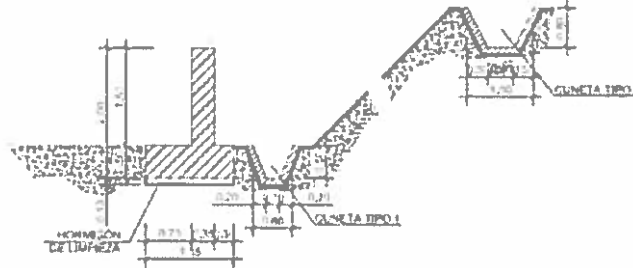
Para la formación de estas plataformas se ha realizado una gran excavación del terreno existente, realizando los desmontes con taludes 1H:1V.

Para que las plataformas sean estables y salvar los desniveles del interior de la planta, se han diseñado los siguientes muros de contención, todos ellos ejecutados en hormigón armado in situ de $f_c' = 300 \text{ kg/cm}^2$:

- **Muro superior en pie del talud:** situado en el límite Este de la parcela. Se ha diseñado un muro de 1,50 m de altura y 235,00 m de longitud. Este muro protege la parcela ante los posibles deslizamientos del pie del talud.

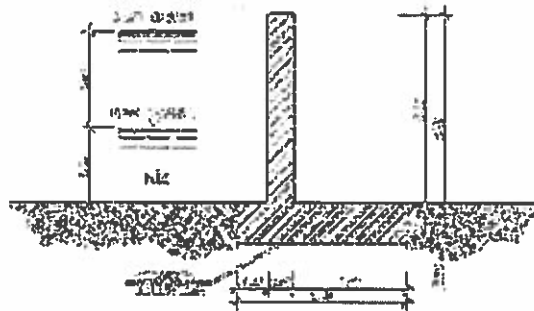
Tanto al pie como en cabeza de dicho talud se han proyectado dos cunetas de recogida de pluviales sobre una lámina de geotextil de 180 g/m² con 30 kN de resistencia a tracción.





Sección tipo muro y cunetas de recogida de pluviales

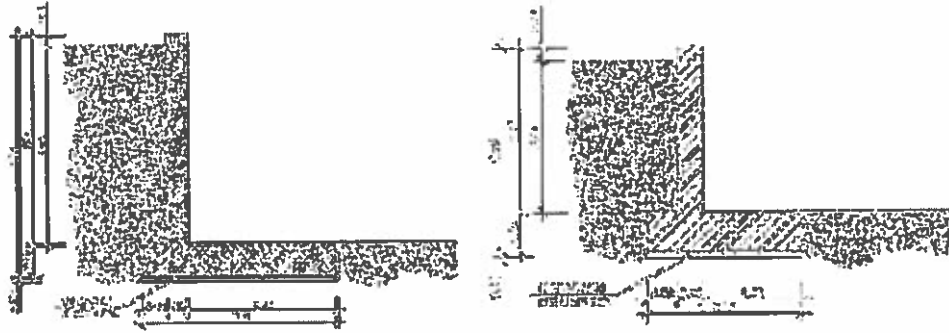
- **Muro de defensa del río Zamora:** de aproximadamente 190,00 m de longitud. Para su ejecución es necesario realizar un desvío del río de forma provisional. Este muro tiene una altura de 3,00 m y la siguiente sección tipo:



Sección tipo muro defensa del río Zamora

- **Muro de contención entre plataformas:** dividido en 3 muros con la misma sección tipo. Separa la plataforma superior, (en la que se encuentra el pretratamiento, decantación primaria, espesamiento y deshidratación), de la inferior (tratamiento biológico, decantación secundaria, edificio de control, desinfección). Tiene una longitud total de 231,50 m y una altura de 4,20 m en la separación de plataformas que varían hasta los 2,50 m en las rampas que conectan ambas zonas.





Secciones tipo muro interno

5. APARATOS, DEPÓSITOS Y EDIFICIOS

Se han diseñado los edificios y aparatos con las siguientes características:

- Plantilla de hormigón de $f_c'=140 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón premezclado en rellenos de $f_c'=140 \text{ Kg/cm}^2$
- Hormigón premezclado en soleras y cimentaciones de $f_c'=300 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón premezclado en muros, alzados y losas de $f_c'=300 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón premezclado en vigas y pilares de $f_c'=280 \text{ kg/cm}^2$

De las conclusiones obtenidas en los estudios geotécnicos, se deduce que es necesario realizar una mejora del terreno bajo la cimentación de los edificios y aparatos, de forma que todos ellos apoyen sobre terreno competente.

Así, resulta necesario hacer una mejora del terreno, de entre 2,00 y 2,50 m con material procedente de préstamos, bajo la cimentación de cada uno de los aparatos y edificios.

La excavación para la sustitución del terreno bajo las soleras se realizará mediante entibación con tablestacas metálicas, debido a que para llevarla a cabo es necesario el agotamiento del terreno. El resto de excavaciones se realizará con taludes 1H:3V.

Todos los edificios han sido diseñados a una sola altura, con las siguientes características y acabados generales:

- Estructura: Pilares y pórticos de hormigón armado de $f_c'=280 \text{ kg/cm}^2$. Cimentación mediante losa o zapatas con viga zócalo, según edificio.
- Cubierta: Panel sándwich constituido por dos chapas de acero prelacadas y capa intermedia de poliestireno extruido, sobre correas de acero E 235 de $f_y = 275 \text{ MPa}$ que a su vez apoyan en cerchas del mismo material.
- Cerramiento: formado por mampostería de bloques de hormigón ligero.
- Solados: Pavimentos interiores de baldosa de gres, gres antideslizante en vestuarios y aseos, y gres antiácido en laboratorio. Paredes interiores de ladrillo, enfoscados y pintados.
- Interiores: Enfoscado y pintura plástica. Paredes de aseos alicatadas de azulejo hasta el techo. Sanitarios y griferías de calidad.
- Instalación de fontanería con agua caliente en todos los servicios y laboratorio, sectorizada mediante termos eléctricos de suficiente capacidad.

Todos los edificios y aparatos han sido diseñados con los elementos de seguridad necesarios, así como de una adecuada accesibilidad, contando con barandillas de seguridad, escaleras metálicas u hormigón, pates de polipropileno y tapas metálicas para pozos y arquetas.



6. URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA

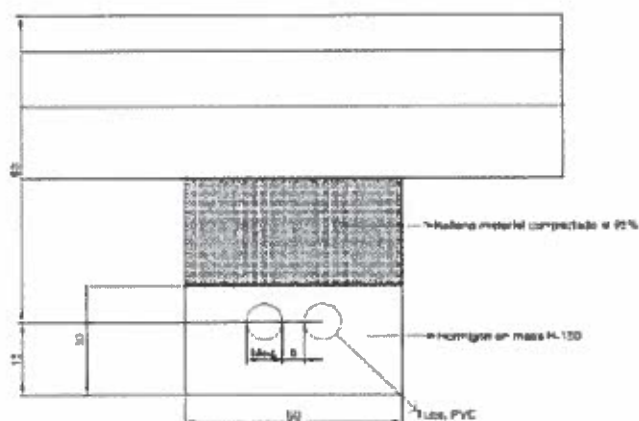
Se llevan a cabo las siguientes actuaciones:

- Nuevos viales interiores, con subbase de 25 cm. de zahorra natural, y pavimento en viales formado por 20 cm de base de zahorra artificial, riego y capa de rodadura de 5 cm de aglomerado asfáltico en caliente. El firme queda limitado por bordillo prefabricado de hormigón y se han previsto aceras perimetrales de 1,20 m de ancho.
- Cerramiento de la parcela, incluyendo los correspondientes accesos a la planta, tanto peatonal como para el paso de vehículos.
Este cerramiento está formado por: zapata corrida de hormigón de 210 kg/cm² sobre la que se sustenta una valla de 2 metros de altura con malla metálica galvanizada de doble torsión con postes cada 3 m.
Se plantará una pantalla de setos en toda la longitud de cerramiento además de árboles de varias especies.
- Se lleva a cabo un rasanteo y nivelado de la superficie de la parcela libre de aparatos, edificios y viales, además de un extendido de tierras vegetales, así como la siembra de grama.

7. EQUIPOS ELÉCTRICOS

7.1. CONEXIÓN A LA RED

La energía eléctrica necesaria para la Estación Depuradora se tomará desde el centro de transformación que se situará junto al acceso a la EDAR y que no forma parte de este proyecto.



Sección tipo zanja tubos eléctricos

7.2. COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Para los cálculos de la batería de condensadores no se han considerado los equipos alimentados con variadores de frecuencia y se ha calculado para un factor de potencia final de 0,95 e inicial de la instalación estimado de 0,8.

Según los cálculos realizados, se instalará una batería de condensadores de 60 kVAR para la PTAR.

7.3. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

La acometidas al C.G.D. se realizará desde el transformador de potencia con cables tipo RV-0, 6/ 1 kV de sección 1x185 mm² (2 cables por fase). Desde el C.G.D. se acomete a los diferentes Cuadros eléctricos de la Planta. Todos los cuadros están situados en la sala eléctrica anexa al Edificio de Deshidratación

ENTRADAS

- Transformador: Interruptor magnetotérmico III+N de 630 A

SALIDAS

- CF-1. Pretratamiento, Decantación, Espesamiento y Cloración, con interruptor III+N de 160 A.
- CF-2. Deshidratación y bombes de fangos, con interruptor III+N de 400 A.
- Al equipo de corrección automática del factor de potencia, con interruptor III de 160 A.

7.4. CUADROS ELÉCTRICOS

La planta constará de los siguientes Cuadros eléctricos:

- CF-1. Pretratamiento, Decantación, Espesamiento y Cloración.
- CF-2. Deshidratación y bombes de fangos.

Todos los cuadros eléctricos de la EDAR serán del tipo convencional y estarán ubicados en la sala eléctrica del edificio de deshidratación alimentándose desde el C.G.D.

Desde estos armarios de distribución se alimentará a todos los equipos y a los cuadros de alumbrado y fuerza, de los edificios de proceso y alumbrado exterior de los mismos.

7.5. CABLEADO DE FUERZA, CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

La instalación incluirá todos los elementos necesarios, tales como cables, bandejas, tubos eléctricos, puestos de mando local y accesorios, para la instalación de cada uno de los equipos de electricidad e instrumentación.

Los cables de fuerza y mando serán tipo RV-0,6/1 kV, s/UNE 21-123, y apantallados para señales analógicas y a salidas de variador de frecuencia.

Las secciones mínimas son:

- Fuerza 2,5 mm²
- Control 1,5 mm²
- Señales analógicas 1,5 mm²

7.6. CUADROS DE ALUMBRADO Y SERVICIOS

Los cuadros secundarios y alumbrado serán metálicos, con puerta, y alojarán un interruptor automático magneto-térmico general con relé de mínima tensión, así como los interruptores automáticos magneto-térmicos que alimentan a los distintos receptores y tomas de fuerza instaladas en la PTAR. Los cuadros instalados son:

- Cuadro de servicios edificio de deshidratación
- Cuadro de servicios edificio bombeo de fangos primarios
- Cuadro de servicios edificio bombeo fangos secundarios
- Cuadro de servicios edificio de control
- Cuadro de alumbrado exterior

Desde estos cuadros se alimentarán los distintos circuitos de distribución de alumbrado. Éstos van equipados con automático diferencial de intensidad adecuada y 300 mA de sensibilidad.

Alumbrado exterior

Se han diseñado con luminarias de 150 W, LED, protección IP-65. Estarán instaladas sobre báculos de 10 m. Se han incluido 2 postes con proyectores de 400 W tipo LED también para iluminación de la nueva zona de decantación y lechos

El nivel de iluminación medio previsto es de 20 lux.

El armario de alumbrado exterior contendrá, además de magneto-térmico general y un analizador de red, un programador horario y un interruptor fotoeléctrico regulable a 20 lux.



Alumbrado interior

La iluminación interior se realizará mediante luminarias estancas, provistas de lámparas fluorescentes de 2 x 58 W, tipo LED, con equipo de encendido electrónico.

Asimismo, se han previsto tomas de corrientes trifásicas y monofásicas, para alimentación a servicios auxiliares.

Alumbrado de emergencia

Dicha iluminación se utiliza en puertas, escaleras, pasillos y, en general, en zonas de escape y con cuadros o equipos en los que hubiera que realizar algunas inspecciones o medidas.

El sistema de alumbrado de emergencia estará formado por luminarias autónomas tipo LED, compuestas por difusor de vidrio, acumulador estanco de níquel-cadmio con cargador, que asegure la recarga de los acumuladores en menos de 24 horas.

El nivel de iluminación medio será de 5 lux.

7.7. PUESTA A TIERRA

Se han previsto varios sistemas de tierras independientes entre sí, y son:

- Tierras para la instalación de B.T. de equipos eléctricos de resistencia inferior a 10 Ohm.
- Tierras para los PLC's e instrumentación de resistencia inferior a 2 Ohm.

Se instalarán 2 Pararrayos atmosférico en la PTAR.

8. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

8.1. INSTRUMENTACIÓN

Los equipos de instrumentación incluidos en el presente proyecto, son los siguientes:

- 1 Ud. Medidor de pH agua bruta.
- 1 Ud. medidor de conductividad agua bruta.
- 1 Ud. Medidor de temperatura agua bruta.
- 2 Ud. Medidor de caudal de fangos deshidratación, Ø 100 mm.
- 2 Ud. Medidor de caudal de fangos primarios y biológicos, Ø 150 mm.
- 1 Ud. Medidor de caudal de entrada a tratamiento primario, Ø 1.400 mm.

Todos los medidores tienen asociados un indicador digital en el correspondiente cuadro eléctrico.

8.2. SISTEMA DE CONTROL

Se prevé un sistema de control de equipos con dos modos, funcionamiento manual, o el manual y automático.

La instalación de automatización y control prevista contempla la instalación de los siguientes elementos:

- Un controlador lógico programable (PLC) junto a cada centro de control de motores (CCM)
- Un PC + Software de programación
- Red Ethernet
- Un monitor TFT-LCD 65"
- SAI 10 kVA



9. EQUIPOS DE LABORATORIO

El laboratorio de la planta de tratamiento contempla los siguientes ítems:

1	ANALISIS DE DBO	
1.1	Sistema DBO5 de 6 puestos.	1
1.2	Frigotermostato para DBO.	1
2	ANALISIS DE SOLIDOS EN SUSPENSION	
2.1	Embudo de 500 ml acero inox. con tapa.	1
2.2	Pinzas portafiltros de aluminio para fijar embudo de sistema de filtración.	1
2.3	Soporte de la frita con llave.	1
2.4	Soporte de membranas en acero inox.	1
2.5	Tapón para kitasato 7 con diametro superior 36mm e inf. de 29mm.	1
2.6	Matraz kitasatos para vacío 1000 ml.	1
2.7	Tubo de goma látex para vacío (1 m).	1
2.8	Bomba de membrana.	1
2.9	Caja de 100 filtros (47 mm) microfibra vidrio GF/A(1.6 micras).	1
2.10	Desecador para vacío 200 mm Pyrex.	1
2.11	SILICA GEL con indicador para usar como desecante, 454 gr.	1
2.12	Estufa de desecación y esterilización.	1
2.13	Balanza analítica 220g.	1
3	ANALISIS DE DQO, FOSFORO TOTAL Y NITROGENO TOTAL	
3.1	Espectrofotómetro VIS para análisis de aguas.	1
3.2	PIPETA volumen variable 0,2 -1 ml.	1
3.3	PUNTAS de PIPETA (100 uds.) de 0,2 -1 ml. para pipetas.	1
3.4	DQO, cubeta - test, rango de medida, 150-1000 ppm, 25 test.	1
3.5	FOSFATO orto y total, cubeta-test, rango medida, 1.5-15 ppm, PO4, 25 test.	1
3.6	NITROGEN TOTAL, cubeta-test, rango de medida, 5-40 ppm, 25 test.	1
3.7	Bloque termostático.	1
4	MATERIAL ADICIONAL PARA CONTROL DE PROCESO, PH, OD	
4.1	Medidor de pH HQ11d, Sonda de pH de GEL.	1
4.2	Medidor de conductividad HQ14D, Sonda de conductividad.	1
4.3	Medidor HQ30d Flexi, Sonda de oxígeno disuelto.	1
4.4	Agitador con calefacción.	1
4.5	Destilador de agua. Capacidad de destilación 3 l/h.	1
4.6	Microscopio binocular, contraste de fases, Objetivos Planacromáticos 4x-25x-40x-100x	1
4.7	Horno de mufla.	1
4.8	Floculador, 4 plazas.	1
4.9	Frigorífico con congelador 160 l.	1
4.10	Turbidímetro portátil.	1

5	MATERIAL FUNGIBLE LABORATORIO	
5.1	Vaso precipitados vidrio, forma baja, 100 ml.	3
5.2	Probeta graduada de vidrio 500 ml.	2
5.3	Probeta graduada de vidrio 250 ml.	2
5.4	Erlenmeyer vidrio 250 ml boca normal.	6
5.5	Pipeta graduada 1ml., 1/10 vidrio.	4
5.6	Pipeta graduada 5 ml., 1/10 vidrio.	4
5.7	Pipeta graduada 10 ml., 1/10 vidrio.	4
5.8	Vidrio de reloj de 80mm.de diámetro.	3
5.9	Bureta de vidrio de 25 ml (llave teflón).	3
5.10	Soporte pie de plato para buretas, 210 x 130 mm.	1
5.11	Varilla sujeción buretas L = 500mm.	1
5.12	Pinza doble en aluminio para bureta.	1
5.13	Embudo liso vidrio, rama corta, 90 mm diam.	3
5.14	Termómetro varilla de mercurio (0-200°C)	1
5.15	Cono imhoff	2
5.16	Soporte 2 plazas para cono imhoff	1
5.17	Espátula de plástico duro. Longitud: 18cm.	1
5.18	Frasco cuentagotas en vidrio, de 30 ml.	3
5.19	Escobilla limpieza (35 mm.diam.pelo).	1
5.20	Matraz aforado de 250 ml, vidrio con tapón de plástico.	2
5.21	Matraz aforado de 500 ml, vidrio con tapón de plástico.	2
5.22	Frasco lavador 1000 ml. Boca estrecha.	1
5.23	Frasco lavador de 500 ml.	1
5.24	Pipeta graduada 2 ml., 1/10 vidrio.	1
5.25	Matraz aforado 100 ml tapón de plástico.	2
5.26	Probeta de vidrio de 100 ml.	3
5.27	Probeta graduada de vidrio 1000 ml.	1
5.28	Vaso precipitados 250 ml.	3
5.29	Vaso precipitados de vidrio, forma baja, 600ml.	3
6	MOBILIARIO DE LABORATORIO	
6.1	Mesón de laboratorio	1
6.2	Mesón de laboratorio con fregadero	1
6.3	Armarios para laboratorio	4
6.4	Sillas de laboratorio	4



10. PLAN DE PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN

La puesta en marcha de la planta de tratamiento incluirá la asignación de personal, dotación de insumos, químicos y ejecución de todas las actividades necesarias para que, una vez concluidas las obras del proyecto, previa la recepción provisional de los trabajos, efectuar las pruebas de funcionamiento de todos sus componentes y la puesta en marcha del sistema en general. El periodo de puesta en marcha de las obras será de seis meses, pudiendo prolongarse si a criterio de la Fiscalización y/o Administración, se detectan anomalías que deban ser corregidas por el Contratista.

Si el periodo de puesta en marcha, superase el razonablemente previsto (seis meses), debido a causas sólo imputables al Contratista, éste deberá de mantener las instalaciones en funcionamiento a su costo, incluido consumos eléctricos, químicos y el personal mínimo detallado, sin derecho a ningún tipo de pago adicional.

Las pruebas consistirán en la comprobación minuciosa del adecuado funcionamiento de todos los equipos, materiales empleados en las obras y la ejecución de los ajustes, calibraciones y reparaciones necesarios para el correcto funcionamiento de cada una de las obras construidas. De ser necesario, el Constructor, deberá sustituir los equipos o accesorios defectuosos sin tener derecho a reclamar pagos por este concepto.

A más de estas tareas, el Contratista está obligado a realizar las tareas de mantenimiento rutinario y vigilancia de las obras, desde su terminación y hasta la recepción definitiva.

Las pruebas para aceptación del Sistema se realizarán de acuerdo a dos periodos. El primero tendrá lugar con la fase de prueba de equipos, la segunda será la prueba de funcionamiento previa la entrega definitiva de la instalación (comprobación). Se realizarán las pruebas de todos los equipos sin interrupciones ni fallos de parte alguna del Sistema global, estando la planta a pleno rendimiento. La prueba será supervisada

por el Administrador y el protocolo de la prueba será firmado por los representantes del Contratista y la Fiscalización.

Es necesario realizar una serie de operaciones antes de la puesta en marcha de la planta. Para que ello se pueda concretar rápida y exitosamente, es importante reunir todos los recursos necesarios previamente y seguir en estricto orden las actividades que se proponen a continuación.

10.1. INSPECCIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA

Una vez concluidas las obras de construcción del proyecto se procederá a evaluar el estado de las obras, para lo cual se debe poner énfasis en los siguientes aspectos:

- Presencia visual de daños.
- Funcionamiento de válvulas y equipos.
- Existencia de reactivos, materiales y personal requeridos para iniciar la operación del sistema.
- Se realizará una reunión con el personal que va a intervenir en la operación, se revisarán las operaciones previamente distribuidas y se asignarán responsabilidades.

10.2. OPERACIONES INICIALES

Antes del llenado de la planta, deben efectuarse las siguientes tareas:

- Limpieza general de las estructuras. La planta debe quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier otra impureza que signifique peligro de contaminación u obstrucción.



- Revisión y calibración de todos los equipos de dosificación, medidores de caudal, medidores de pH, medidores de nivel.
- Medición de los parámetros básicos para el control de los procesos: pH, turbiedad, color, alcalinidad y caudal de operación.
- Determinación de parámetros de concentración de lodos y características del influente.
- Colocar válvulas en posición de llenado: ingresos y salidas abiertas, desagües cerrados, etc.
- Organizar el laboratorio de pruebas para coordinar la implementación del sistema de control automatizado.

10.3. CHEQUEO DEL SISTEMA ELECTROMECAÁNICO Y DE CONTROL

La planta de tratamiento incluye una serie de equipos sofisticados para control de caudales, bombeo del efluente y apertura y cerrado de diferentes partes del tren de tratamiento que requieren iniciar su operación de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La puesta en marcha de la planta de tratamiento debe contemplar la energización y chequeo del funcionamiento de estos equipos previo el llenado de las unidades e inicio de la operación de la planta.

El sistema SCADA para control automatizado de la planta de tratamiento debe estar funcional en un Centro de Operaciones dispuesto en el edificio administrativo (debe constar con mecanismos de respaldo, conexión a Internet, UPS, impresora, etc).

El software controlará en forma automatizada el funcionamiento de toda la planta de tratamiento. Para que este software funcione de manera efectiva se debe llevar a cabo una serie de trabajos de preparación y chequeo de su funcionamiento. Estos trabajos, denominados talleres o laboratorios, ejecutados digitalmente en computadora pueden ser ejecutados durante la instalación inicial del software SCADA y los PLCs o, alternativamente, durante el período de puesta en marcha de la planta de tratamiento. Pero de todas maneras deben ser ejecutados y sus resultados comprobados y aprobados, al inicio de la operación de la planta de tratamiento.

Todos los sistemas de control eléctricos, motorizados y mecánicos deberán ser chequeados y comprobados en cuanto a conexión y operación al inicio del período de puesta en marcha de la planta de tratamiento.

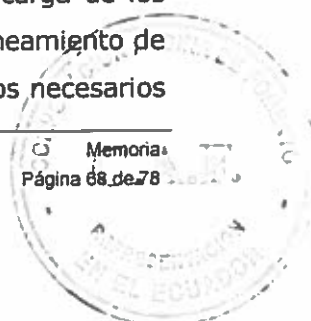
Las pruebas indicadas en este documento y cualquier otra requeridas por los Códigos y Normas de referencia podrán ser efectuadas antes del inicio del período de puesta en marcha.

Los equipos tendrán certificados expedidos por laboratorios homologados, que acrediten que su configuración para el presente proyecto ha superado ensayos de inmunidad ante radiaciones electromagnéticas y perturbaciones eléctricas, de acuerdo con las normas IEC. El Proveedor de los equipos facilitará al Fiscalizador, el Protocolo de Pruebas con antelación suficiente para verificar las pruebas necesarias para el funcionamiento del sistema de control. Este documento deberá ser aprobado por el Administrador como condición previa al comienzo del período de puesta en marcha.

El sistema de control, previa su instalación, será probado en un laboratorio o banco de pruebas donde se chequeará la operación de cada elemento del sistema (software). Esta prueba en un laboratorio de sistemas permitirá definir la forma como el programa SCADA ha sido configurado para controlar los diferentes procesos de la planta de tratamiento. Para todas las pruebas y comprobaciones de la configuración y programación del sistema se utilizará un simulador. Al inicio del período de puesta en marcha, todos los diferentes procesos simulados en el laboratorio de sistemas serán chequeados con los sistemas conectados a los diferentes PLCs y controles.

En particular se chequeará la funcionalidad de la lógica, las secuencias, los lazos de control e interfaces de comunicaciones.

El Contratista deberá desplazar al sitio del proyecto el personal técnico necesario para la supervisión del montaje, inspección, puesta en marcha de los equipos y carga de los programas en los equipos, hasta dejarlo preparado para las pruebas de alineamiento de señales hasta el puesto de control. Se realizará la calibración de los equipos necesarios



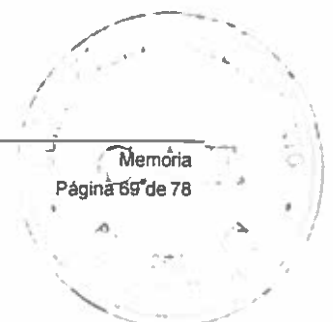
para la prueba y será responsable del correcto funcionamiento de las secuencias programadas.

10.4. LLENADO DE LA PLANTA

Al iniciar el llenado de la planta y para evitar empujes indeseables contra las paredes de las unidades cuando éstas se encuentran vacías, es recomendable llenarla con un caudal inferior al caudal de diseño, digamos hasta un 50%.

El procedimiento de llenado de la planta será el siguiente:

1. El ingreso inicial del efluente será hacia la tubería de desfogue de emergencia o *Bypass*.
2. Abrir lentamente la válvula de ingreso de agua a la planta, energizar e iniciar la operación de las rejillas de desbaste y la operación de los desarenadores.
3. Llenar una unidad de decantación primaria, una vez que el agua llegue al nivel máximo abrir las válvulas de paso hacia los lechos bacterianos.
4. Iniciar el llenado de la segunda unidad de decantación primaria.
5. Esperar a que se complete el llenado de la segunda unidad de decantación y abrir el segundo grupo de válvulas de paso hacia los lechos bacterianos.
6. Iniciar la operación de producción de lodos. Activar los sistemas de bombeo.
7. Controlar los parámetros del influente y efluente. Se debe comprobar que la calidad del efluente es aceptable.
8. Verificar los volúmenes de lodos generados en los espesadores para remoción al botadero municipal.



10.5. OPERACIÓN NORMAL

Una vez concluidas las operaciones de puesta en marcha, la planta entra en la etapa denominada de operación normal. Se considera que el sistema de tratamiento se encuentra en operación normal cuando está procesando el caudal para el cual fue proyectado con la calidad de efluente requerido.

En general, la operación normal comprende todas las actividades destinadas a que la planta trate el caudal para el cual fue diseñada con un efluente que tenga la calidad estipulada por las normas correspondientes.

La operación normal incluye una serie de actividades de tipo rutinario. A continuación se indican las actividades de operación normal:

1. Control Inicial de los Procesos: medición de caudal, medición de parámetros básicos DBO, TSS, coliformes, pH, temperatura, metales pesados, etc. Este control debe efectuarse inicialmente cada doce horas durante una semana, luego pasar a control diario y luego semanal al final del período de puesta en marcha.
2. Control de los Procesos de Tratamiento: ajuste de los tiempos de tratamiento, limpieza de las diferentes facilidades de desbaste, chequeo de los sistemas de control de la planta y los sistemas de tratamiento.
3. Control de Detritos y Lodos: la planta de tratamiento producirá lodos que deberán ser removidos al botadero municipal. De igual manera, los sistemas de desbaste y los desarenadores producirán detritos que deberán ser removidos periódicamente. Los volúmenes de lodos variarán durante la vida útil de la planta puesto que inicialmente se tratará solamente una fracción del caudal de diseño de la planta.



10.5.1. PARÁMETROS A CONTROLAR

Los parámetros que se deben controlar en cuanto a la operación normal de la PTAR son los siguientes:

- Caudal de ingreso

Para el correcto desempeño de las diferentes partes de la planta, es necesario llevar un monitoreo constante de los caudales de agua residual que ingresa al tratamiento para evitar que el caudal sobrepase el máximo de diseño. Además es necesario realizar el mismo monitoreo en el interior de la planta, ya que si bien es cierto, una vez que se ha controlado el caudal de ingreso, en el interior este caudal no podrá aumentar, sin embargo, es necesario conocer exactamente el flujo volumétrico de agua en los canales para que el programa de control estime la abertura correcta que deben tener tanto las compuertas en los canales y tanques, así como las válvulas de compuerta en las tuberías para distribuir de forma uniforme y equitativa el líquido en cada una de las fases de tratamiento de agua.

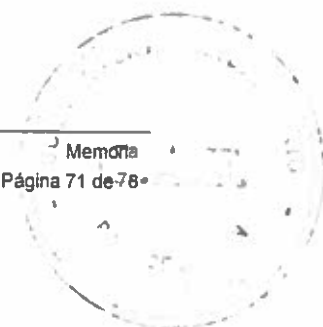
- Nivel del líquido (en los canales y tanques)

Este parámetro es muy importante ya que permite evitar el derramamiento o la falta de fluido en canales y tanques en el caso de existir variación en el flujo. El PLC, al detectar este cambio abrirá o cerrará adecuadamente las compuertas y válvulas de compuerta o activará las bombas de lodos para compensar la variación.

- Tiempos de operación de los equipos

En los equipos en los que su funcionamiento no está directamente determinado por un sensor (estructura giratoria en el desarenador, transportadores de arena, distribuidor de agua en los filtros biológicos, etc.) se puede estimar un tiempo de funcionamiento promedio que por medio de un temporizador el PLC controlará. En el caso de los espesadores, la bomba de lodos deberá estar controlada por un sensor de nivel y un temporizador, siendo operada mayormente por el temporizador ya que el sensor de nivel solo actuará después de que el lodo generado por la planta se acumule por varios días y llene el tanque.

- Posición



Este parámetro es muy importante en las Rejas Mecánicas, ya que indican el momento exacto en que los motoredutores que activan los rastrillos y las canastillas deben funcionar o detenerse.

- Diferencia de Presión

Una variación infrecuente en la presión de las tuberías indica la existencia de algún tipo de problema que inmediatamente debe ser solucionado ya sea por la acción de válvulas por parte del programa de control, o por parte de los técnicos de la empresa.

10.6. OPERACIÓN ESPECIAL

Este tipo de operación se produce como consecuencia de actividades de mantenimiento, daños menores, fallas de energía de corta duración y otras causas que impliquen una salida de operación total o parcial de la planta, sin que se presenten daños graves. Es importante efectuar una adecuada programación de las labores de operación especial.

Las principales actividades que se clasifican dentro del concepto de operación especial son las siguientes:

1. Limpieza de estructuras mayores: decantadores, filtros y espesadores.
2. Operaciones de mantenimiento correctivo en obras civiles y/o equipos:
 - Sustitución de válvulas
 - Reparación de fugas
 - Reparación o sustitución de equipos
 - Daños anormales como terremotos o inundaciones (situación de desastre)
3. Cambios bruscos en la calidad del efluente sanitario que obliguen a detener o modificar el funcionamiento de la planta de tratamiento o el sistema de tratamiento propuesto.
4. Otros aspectos relevantes como períodos de lluvia prolongados, inundaciones, derrumbes que causen excesivo arrastre de material a la planta, huelgas, terrorismo, etc.



Puede desprenderse de lo anterior que las operaciones especiales por lo general son indeseables, por lo que es necesario reducirlas al mínimo. Con este fin se recomienda lo siguiente:

1. Implantar programas de mantenimiento preventivo.
2. Ejecutar una adecuada vigilancia del sistema, tanto física como sanitaria.

10.6.1. PARADA O SUSPENSIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA

Normalmente una parada de la planta se programa para vaciar las unidades y ejecutar reparaciones que deben hacerse en seco. La secuencia de acciones para efectuar la parada es la siguiente:

1. Programación de la Actividad de Mantenimiento o Suspensión
2. Parada de la planta
3. Limpieza de tanques y lechos bacterianos
4. Limpieza o reparación de rejillas y espesadores
5. Seguridad del Personal durante estos trabajos

10.6.2. OPERACIÓN DE EMERGENCIA

La operación de emergencia ocurre por fuerza mayor y se presenta en forma imprevista a causa de fallas graves o desastres. A continuación se indican los casos más comunes.

1. Falla de Energía de Larga Duración
2. Fallas en estructuras y Equipos Esenciales
3. Eventos de Fuerza Mayor

En el caso de terremotos y de acuerdo con la intensidad de un sismo, pueden producirse fallas de energía o daños en tuberías. Pasado el movimiento sísmico, se evaluarán los daños y se programarán las reparaciones.



En el caso de incendios, estos se presentan con frecuencia en los motores y arrancadores. Es necesario tener disponibles extinguidores de CO2 debidamente cargados y personal capacitado para usarlos.

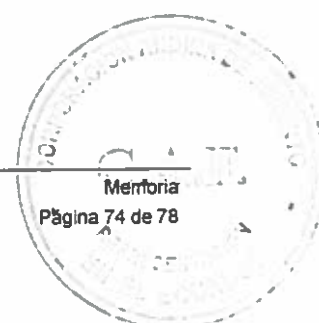
10.6.3. CONTROL DE CALIDAD

El control de la calidad del efluente tratado se efectúa mediante análisis químicos y bacteriológicos que se realizan a partir de muestreos periódicos, tanto a la salida de la planta como en diversos puntos del tren de tratamiento.

Para efectuar el control de calidad, es necesario: (1) utilizar las normas oficiales para control de la descarga del efluente ya tratado; y (2) contar con un laboratorio debidamente equipado con equipos y personal adecuados para efectuar los análisis requeridos por las normas.

El control de calidad comprende las siguientes operaciones:

- o Tomar al menos una muestra con una frecuencia semanal, para realizar los análisis químicos generales.
 - o Efectuar, al menos una vez al mes, muestreos para determinar la presencia de sustancias tóxicas (metales pesados, pesticidas, etcétera).
 - o Realizar la interpretación de los resultados, de manera que, en el caso de que se sobrepasen las normas, las autoridades competentes sean informadas con el fin de que se tomen las acciones correctivas necesarias.
-



11. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

11.1. GENERALIDADES

El Manual de Operación y Mantenimiento será elaborado por el Contratista adjudicado del proceso de Licitación de la Planta de Tratamiento. El manual debe contener información específica sobre la planta y sobre los procedimientos para la operación del sistema.

11.2. CARACTERÍSTICAS DEL MANUAL

Para la elaboración del manual de operación de la planta, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

1. Calibración de Equipos

El manual debe contener datos reales del funcionamiento de la planta y de los equipos, como los siguientes:

- Curva de descarga real de bombas y de equipos dosificadores en general.
- Calibración de los equipos de medición.
- Medición de tiempos de retención de las unidades mediante pruebas de trazadores.
- Calibración de válvulas.
- Revisión y calibración de equipos de laboratorio.

2. Redacción del Manual

Debe tomarse en cuenta que el manual de operación es un documento dirigido fundamentalmente a los operadores de la planta, a los trabajadores de nivel técnico que ejecutan las tareas de operación. Por lo tanto, debe encontrarse redactado tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Las instrucciones deben ser directas y simples, evitando muchos conceptos teóricos.
- Hacer uso de la terminología usual de los operadores.
- Emplear diagramas, esquemas y tablas para facilitar la comprensión de los procedimientos de operación.

3. Operación, Mantenimiento y Control de Calidad

- Incluir formularios modelo para que el operador registre los datos que recopile de la operación de la planta de tratamiento.
- Efectuar un inventario de los equipos y válvulas que el operador deberá manipular.

11.3. CONTENIDO

Se recomienda el siguiente contenido mínimo:

- Datos de la institución
- Descripción general de la planta
- Actividades de operación
- Puesta en marcha
- operación normal
- operación especial o eventual
- operación de emergencia
- Dosificación
- Medición de caudales y mezcla rápida
- Otros procesos
- Control de calidad



Además, deben incluirse los siguientes documentos como anexos:

- Planos constructivos y planos as-built.
- Memoria de cálculo y diseño.
- Catálogos de los equipos instalados, proporcionados por el fabricante.

11.4. INFORMES MENSUALES

Se hará una entrega (mensual) Informe sobre las actividades de operación y mantenimiento de la Planta. El informe será entregado de forma impresa y formato digital, formato Word (texto) y Excel (planillas de cálculo) así como en formato PDF.

El informe incluirá una descripción de los principales trabajos de operación y mantenimiento, indicando las incidencias generadas durante dicho período, un análisis de la evolución de los indicadores operacionales por proceso y una relación y análisis de causas de los incumplimientos y no conformidades derivados de los sistemas de gestión.

CONSTENIDO INFORME MENSUAL O&M	
LABORATORIO	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de cumplimiento de medición de parámetros de Control (análisis de control realizados / análisis mínimos aplicables a la PTAR). • Gráficas de Conformidad del Afluente de la PTAR • Gráficos de Conformidad del Efluente de la PTAR • Informe de Ensayos Agua Tratada y Desinfectada Laboratorio Interno • Resultado de Análisis de Laboratorio
OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Químicos para proceso • Volumen tratado en la PTAR

CONSTENIDO INFORME MENSUAL O&M	
	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del agua cruda • Eficiencias de remoción de contaminantes • Operación de los procesos unitarios • Energía eléctrica • Balances de Operación
MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Resumen de actividades y ordenes de trabajo • Mantenimiento correctivo, preventivo y con contratistas • Disponibilidad de los equipos
ADMINISTRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento y Capacitación • Responsabilidad Social • Inventarios • Costo de Tratamiento
CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Hechos Relevantes • Difusión de documentación
SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Relación de charlas de seguridad, permisos de trabajo,... • Resumen de accidente o incidentes

XAVIER ALONSO RODRÍGUEZ FÁREZ
INGENIERO CIVIL
 UNIDAD DE REGENERACIÓN URBANA

