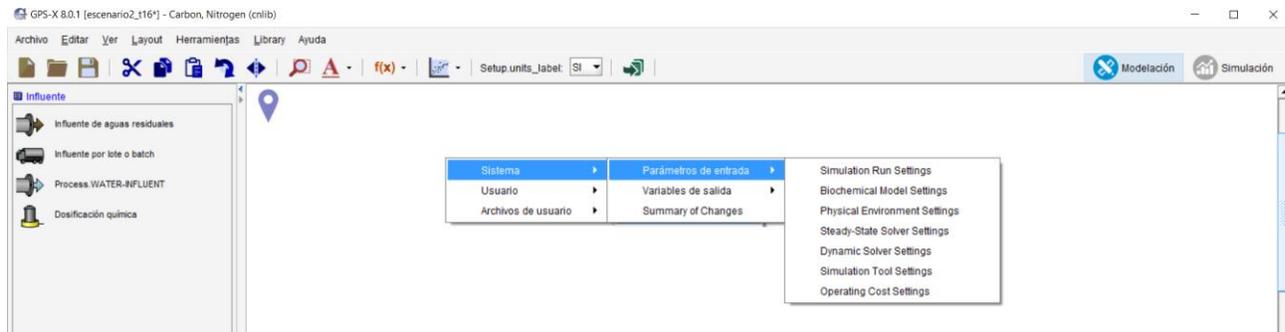
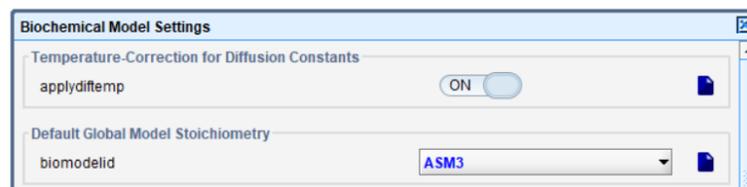
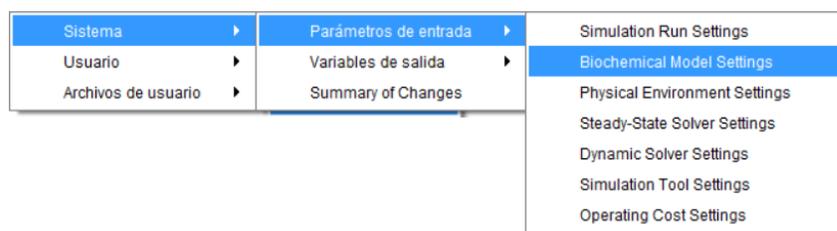


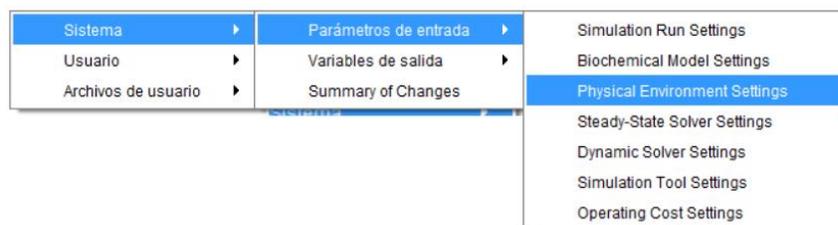
1) Configuración del sistema en Gps-X.

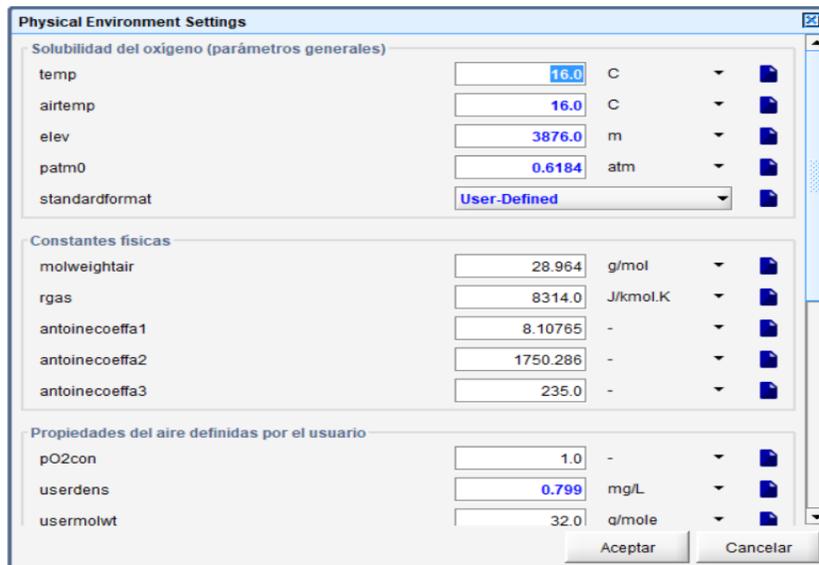


2) Configuración del modelo bioquímico, a “ASM3”



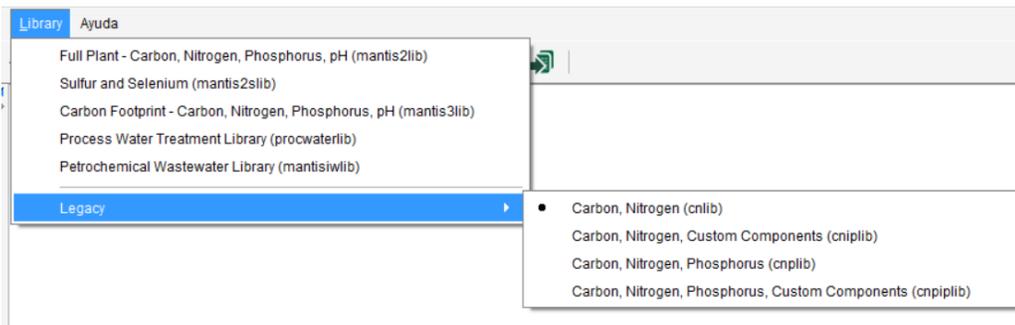
3) configuración de parámetros físicos (temperatura, altitud, temperatura del aire, presión atmosférica, densidad del aire).





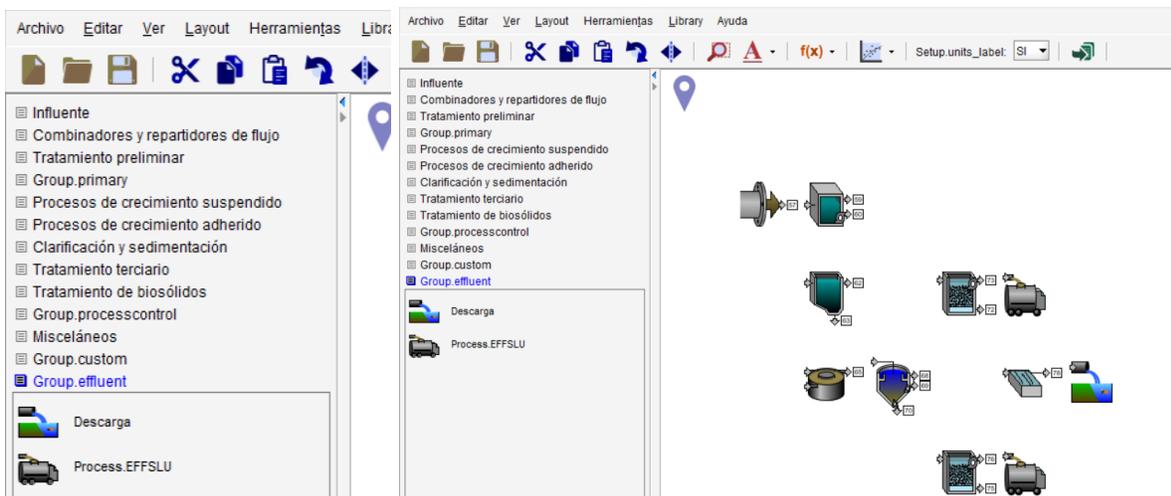
4) Seleccionar la biblioteca de datos

n (cnlib)

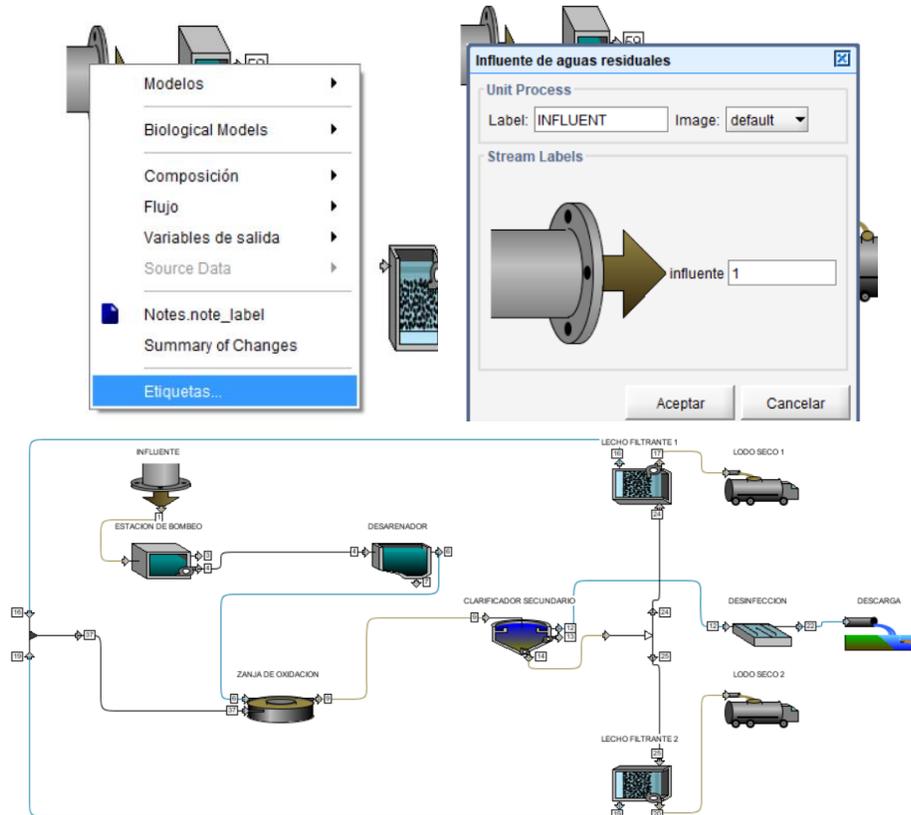


5) Localizar la tabla de procesos, donde cada uno de los iconos representan los procesos unitarios en la PTAR. Se coloca cada uno de ellos en el tablero de dibujo.

GPS-X 8.0.1 [escenario2_t16*] - Carbon, Nitrogen (cnlib) GPS-X 8.0.1 [escenario2_t16*] - Carbon, Nitrogen (cnlib)



6) Colocar nombre a cada componente, realizando la conexión del mismo.



7) Calibración del influente mediante "influent advisor".

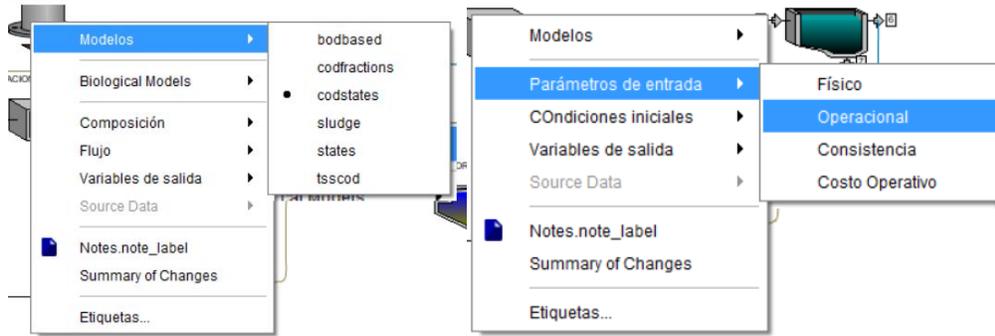
The top part of the image shows the 'Influent Advisor' window. The title bar reads 'Archivo Editar Ver Layout Herramientas Library Ayuda'. The main window title is 'Influent Advisor - Library: cnlib - Influent Model: codstates - Modelo biológico: asm3'. The 'User Inputs' section contains a table of parameters:

Parameter	Description	Unit	Value
cod	DDO total	gCOD/m3	878.0
tkn	NTK total	gN/m3	91.8
snh	amoníaco libre e ionizado	gN/m3	75.34
- Dissolved Oxygen			
so	oxígeno disuelto	gO2/m3	0.495
- Nitrogen Compounds			
sno	nitro y nitrito	gN/m3	0.0
snn	dinitrógeno (nitrógeno molecular)	gN/m3	0.0
- Alkalinity			
salk	alcalinidad	mole/m3	8.16
- Influent Fractions			
icv	proporción XCOD / SSV	gCOD/gVSS	2.95
fbod	Tasa DBO5 / DBOúltima	-	0.407
lvt	proporción SSV / SST	gVSS/gTSS	0.26
- Organic Fractions			
frsi	soluble inert fraction of total COD	-	0.01
frss	readily biodegradable fraction of total COD	-	0.1
frxi	particulate inert fraction of total COD	-	0.12
frxbh	heterotrophic biomass fraction of total COD	-	0.0
frxba	autotrophic biomass fraction of total COD	-	0.0
frxsto	stored fraction of total COD	-	0.0
- Nitrogen Fractions			
frsnh	fracción del amonio en el NKT soluble	-	1.0
- ASM3 Nutrient Fractions			
inbm	Contenido de N de la biomasa activa	gN/gCOD	0.07
inxi	Contenido de N en el material particulad...	gN/gCOD	0.02
inxs	Contenido de N en el sustrato particulado	gN/gCOD	0.04
inxi	Contenido de N en el material inerte solu...	gN/gCOD	0.01
inss	Contenido de N en el sustrato soluble	gN/gCOD	0.03

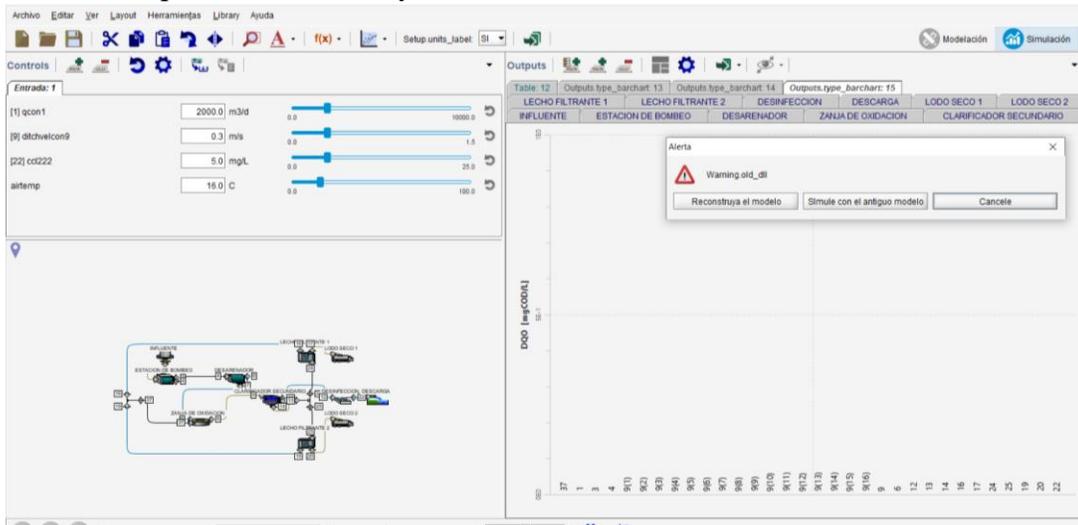
At the bottom of the window are 'Set values to:' buttons for 'Raw' and 'Primary'.

The bottom part of the image shows a 'Modelos' menu on the left and a sub-menu for 'Influent Characterization' on the right. The sub-menu options are 'Opciones de tipo de carga' and 'Costo Operativo'. Below the menu is a small diagram of a filter bed labeled 'LECHO FILTRANTE 2'.

8) Configurar el “modelo”, “parámetro de entrada” (físico y operacional), de cada uno de los componentes.



9) El modelo esta completo. Se reconstruye modelo dando click en “simulación”.



10) Cambiar a “60 d” el tiempo de simulación, y comenzamos la simulación para el tiempo dado.



11) Los resultados son:

GPS-X 8.0.1 [escenario2_116*] - Carbon, Nitrogen (cnlib)

Archivo Editar Ver Layout Herramientas Library Ayuda

Modelación Simulación

Controls

Entrada: 1

[1] qcon1 2821.0 m3/d 0.0 10000.0

[9] dlchveicon9 0.3 m/s 0.0 1.5

[22] cd222 5.0 mg/L 0.0 25.0

airtemp 16.0 C 0.0 100.0

INFLUENTE

Simulation Parameters

Simulation Results

	1
Flujo	m3/d 2821
SST	mg/L 1019
VSS	mg/L 264.9
cBOD5	mg/L 310.9
DQO	mg/L 878.0
Soluble COD	mg/L 96.58
Ammonia N	mgN/L 75.34
NKT	mgN/L 91.8
TN	mgN/L 259.0

Mass Flows

	1	Total In	Total Out
SST	kg/d 2874	-	-
DQO	kg/d 2477	-	-
TN	kg/d 259.0	-	-

Estado estacionario 14 sep 13, 2023 00:09:00

Scenariio Tiempo de Parada 60.0 d

Modo: Simular

Table: 12 Outputs.type_barchart: 13 Outputs.type_barchart: 14 Outputs.type_barchart: 15

LECHO FILTRANTE 1 LECHO FILTRANTE 2 DESINFECCION DESCARGA

INFLUENTE ESTACION DE BOMBEO DESARENADOR ZANJA DE OXIDACION

INFLUENTE

Simulation Parameters

Simulation Results

	1
Flujo	m3/d 2821
SST	mg/L 1019
VSS	mg/L 264.9
cBOD5	mg/L 310.9
DQO	mg/L 878.0
Soluble COD	mg/L 96.58
Ammonia N	mgN/L 75.34
NKT	mgN/L 91.8
TN	mgN/L 259.0

Mass Flows

	1	Total In	Total Out
SST	kg/d 2874	-	-
DQO	kg/d 2477	-	-
TN	kg/d 259.0	-	-

Table: 12 Outputs.type_barchart: 13 Outputs.type_barchart: 14 Outputs.type_barchart: 15

LECHO FILTRANTE 1 LECHO FILTRANTE 2 DESINFECCION DESCARGA

INFLUENTE ESTACION DE BOMBEO DESARENADOR ZANJA DE OXIDACION

ESTACION DE BOMBEO

Temperature: 20.0 C

Simulation Parameters

Simulation Results

	1	4
Flujo	m3/d 2821	2821
SST	mg/L 1019	1019
VSS	mg/L 264.9	264.9
cBOD5	mg/L 310.9	310.9
DQO	mg/L 878.0	878.0
Ammonia N	mgN/L 75.34	75.34
NKT	mgN/L 91.8	91.8
Alcalinidad	mgCaCO3/L 408.0	408.0

Timeo de residencia hidraulico h 3 0.2033

Volumen del liquido m3 23.9

Mass Flows

	1	Total In	Total Out
SST	kg/d 2874	-	-
DQO	kg/d 2477	-	-
TN	kg/d 259.0	-	-

60.0 d

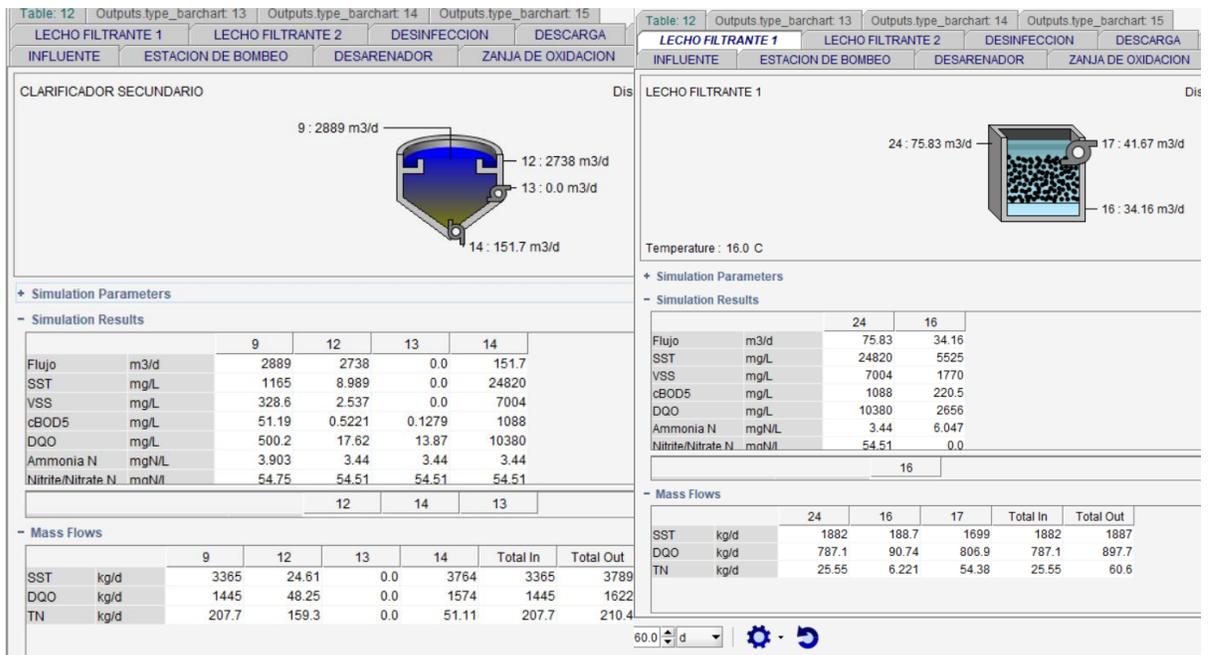
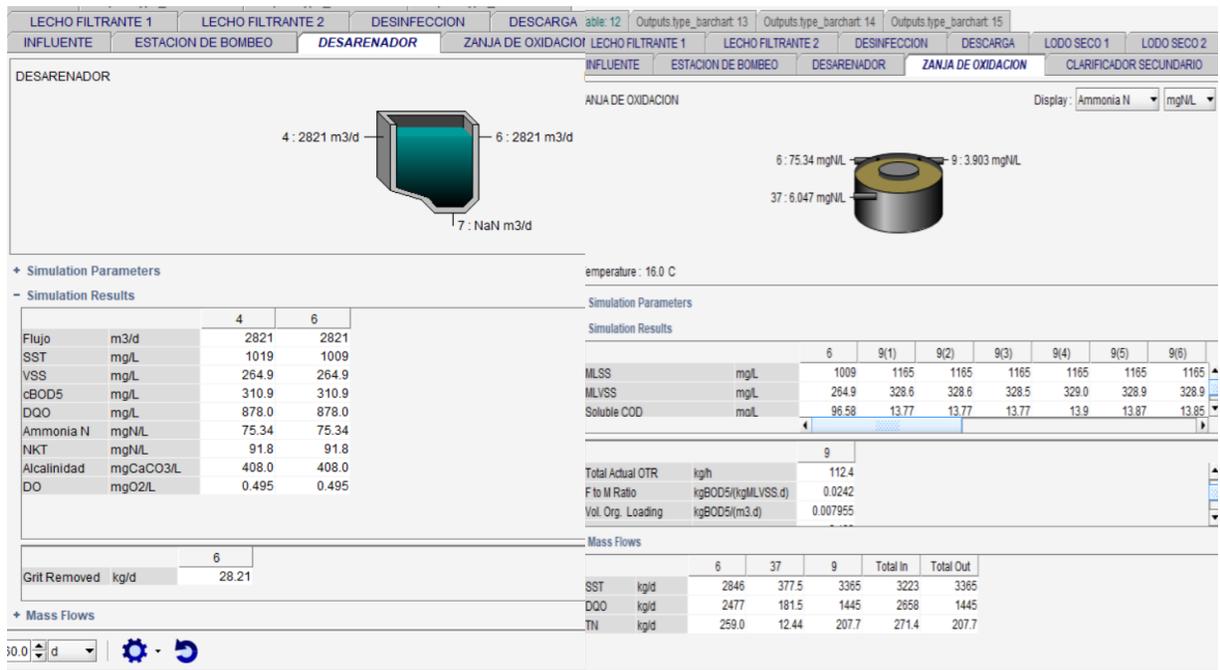


Table: 12 Outputs.type_barchart: 13 Outputs.type_barchart: 14 Outputs.type_barchart: 15

LECHO FILTRANTE 1 LECHO FILTRANTE 2 DESINFECCION DESCARGA

INFLUENTE ESTACION DE BOMBEO DESARENADOR ZANJA DE OXIDACION

LECHO FILTRANTE 2

Temperature : 16.0 C

+ Simulation Parameters

- Simulation Results

	25	19	
Flujo	m3/d	75.83	34.16
SST	mg/L	24820	5525
VSS	mg/L	7004	1770
cBOD5	mg/L	1088	220.5
DQO	mg/L	10380	2656
Ammonia N	mgN/L	3.44	6.047
Nitrite/Nitrate N	mgN/L	54.51	0.0

- Mass Flows

	25	19	20	Total In	Total Out
SST	kg/d	1882	188.7	1699	1882
DQO	kg/d	787.1	90.74	806.9	787.1
TN	kg/d	25.55	6.221	54.38	25.55

Table: 12 Outputs.type_barchart: 13 Outputs.type_barchart: 14 Outputs.type_barchart: 15

LECHO FILTRANTE 1 LECHO FILTRANTE 2 DESINFECCION DESCARGA

INFLUENTE ESTACION DE BOMBEO DESARENADOR ZANJA DE OXIDACION

DESINFECCION

+ Simulation Parameters

- Simulation Results

	12	22	
Ammonia N	mgN/L	3.44	3.44
Nitrite/Nitrate N	mgN/L	54.51	54.51
NKT	mgN/L	3.685	3.685
TN	mgN/L	58.19	58.19
Alcalinidad	mgCaCO3/L	6.429	6.429
DO	mgO2/L	3.707	3.707

Detention Time min 105.5

- Mass Flows

	12	22	Total In	Total Out
SST	kg/d	24.61	24.61	24.61
DQO	kg/d	48.25	48.25	48.25
TN	kg/d	159.3	159.3	159.3

Table: 12 Outputs.type_barchart: 13 Outputs.type_barchart: 14 Outputs.type_barchart: 15

LECHO FILTRANTE 1 LECHO FILTRANTE 2 DESINFECCION DESCARGA

INFLUENTE ESTACION DE BOMBEO DESARENADOR ZANJA DE OXIDACION

LODO SECO 1

- Simulation Results

	17	
Flujo	m3/d	41.67
SST	mg/L	40770
VSS	mg/L	13060
cBOD5	mg/L	1599
DQO	mg/L	19370
Ammonia N	mgN/L	6.047
Nitrite/Nitrate N	mgN/L	0.0
NKT	mgN/L	1305

- Mass Flows

	17	31	Total In	Total Out
SST	kg/d	1699	-	-
DQO	kg/d	806.9	-	-
TN	kg/d	54.38	-	-

Table: 12 Outputs.type_barchart: 13 Outputs.type_barchart: 14 Outputs.type_barchart: 15

LECHO FILTRANTE 1 LECHO FILTRANTE 2 DESINFECCION DESCARGA

INFLUENTE ESTACION DE BOMBEO DESARENADOR ZANJA DE OXIDACION

LODO SECO 2

- Simulation Results

	20	
Flujo	m3/d	41.67
SST	mg/L	40770
VSS	mg/L	13060
cBOD5	mg/L	1599
DQO	mg/L	19370
Ammonia N	mgN/L	6.047
Nitrite/Nitrate N	mgN/L	0.0
NKT	mgN/L	1305

- Mass Flows

	20	33	Total In	Total Out
SST	kg/d	1699	-	-
DQO	kg/d	806.9	-	-
TN	kg/d	54.38	-	-



- Simulation Results

		22
Flujo	m3/d	2738
SST	mg/L	8.989
VSS	mg/L	2.537
cBOD5	mg/L	0.5221
DQO	mg/L	17.62
Ammonia N	mgN/L	3.44
Nitrite/Nitrate N	mgN/L	54.51
NKT	mgN/L	3.685
TN	mgN/L	58.19
Alcalinidad	mgCaCO3/L	5.420
		22

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS N°: 0283/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Empresa Consultora TECOINGE
Dirección: Av. Arce Edif. Santa Isabel, piso 7, Departamento 702

Nº de muestra: 3

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Personal Técnico del IIS
Fecha: 2018/05/14 y 15 Hora: De 12:00 a 10:00
Punto: Canal de descarga
del alcantarillado sanitario al río Pallina
Lugar: Sector Zoonosis, Distrito 1
Fuente: Agua residual
Localidad: Ciudad de Viacha
Provincia: Ingavi Departamento: La Paz
Temperatura: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/05/15 Hora: 15:00
Volumen de muestra: 5 litros
Tipo de recipiente(s): Bidón de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 13,30 °C
Fecha de análisis: Del 2018/05/15 al 2018/05/24
Recibido por: Ing. Gregorio Carvajal Sumi

Observaciones: Muestra compuesta obtenida a partir de 12 muestras simples tomadas cada 2 horas de 12:00 del 14 de mayo de 2018 a horas 10:00 del 15 de mayo de 2018

ANÁLISIS FÍSICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	SÓLIDOS TOTALES	SM 2540 B	mg/l	1.020,00
2	SÓLIDOS SUSPENDIDOS	SM 2540 D	mg/l	295,00
3	SÓLIDOS DISUELTOS	SM 2540 F	mg/l	725,00
4	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	SM 2540 F	ml/l	2,50

ANÁLISIS QUÍMICO

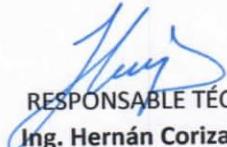
5	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	878,00
6	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5210 B	mg O ₂ /l	310,00
7	NITRÓGENO KJELDAHL	SM 4500-Norg C	mg N/l	91,80
8	NITRÓGENO AMONIACAL	SM 4500-NH ₃ E	mg N/l	75,34
9	FÓSFORO TOTAL	SM 4500-P C	mg P/l	5,37
10	ACEITES Y GRASAS	SM 5520 D	mg/l	61,40
11	DETERGENTES	SM 5540 C	mg/l	12,95

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 25 de mayo de 2018


RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina


VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS Nº: 0283/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: **Empresa Consultora TECOINGE**
Dirección: **Av. Arce Edif. Santa Isabel, piso 7, Departamento 702**

Nº de muestra: 3

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Personal Técnico del IIS**
Fecha: **2018/05/14 y 15** Hora: **De 12:00 a 10:00**
Punto: **Canal de descarga del alcantarillado sanitario al río Pallina**
Lugar: **Sector Zoonosis, Distrito 1**
Fuente: **Agua residual**
Localidad: **Ciudad de Viacha**
Provincia: **Ingavi** Departamento: **La Paz**
Temperatura: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **2018/05/15** Hora: **15:00**
Volumen de muestra: **5 litros**
Tipo de recipiente(s): **Bidón de plástico**
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): **No**
Preservada (Si/No): **No**
Temperatura: **13,30 °C**
Fecha de análisis: **Del 2018/05/15 al 2018/05/24**
Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal Sumi**

Observaciones: **Muestra compuesta obtenida a partir de 12 muestras simples tomadas cada 2 horas de 12:00 del 14 de mayo de 2018 a horas 10:00 del 15 de mayo de 2018**

Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Caudal [litros/seg]	pH	Temperatura [°C]	Conductividad Eléctrica [µS/cm]	Oxígeno Disuelto [mg/l]
14/05/2018	12:15	39,13	8,40	15,8	1678	0,33
14/05/2018	14:00	38,33	8,46	15,6	1534	0,39
14/05/2018	16:00	44,52	8,13	14,7	1360	0,5
14/05/2018	18:00	68,36	7,93	13,8	1432	0,43
14/05/2018	20:00	68,60	8,16	12,4	1293	0,53
14/05/2018	22:00	38,68	8,16	13,1	1461	0,67
14/05/2018	0:00	23,00	7,98	13,6	1540	0,54
15/05/2018	2:00	19,52	8,24	12,3	1594	0,55
15/05/2018	4:00	17,85	7,86	11,5	1447	0,54
15/05/2018	6:00	16,24	7,93	12,5	1501	0,52
15/05/2018	8:00	21,55	8,27	13,2	1615	0,48
15/05/2018	10:00	19,66	8,38	14,5	1580	0,46

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 25 de mayo de 2018


RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina


Vº Bº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas



LABORATORIO

IIS-FORM-005
Código IIS Nº: 0279/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: Empresa Consultora TECOINGE
Dirección: Av. Arce Edif. Santa Isabel, piso 7, Departamento 702

Nº de muestra: 2

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Personal Técnico del IIS
Fecha: 2018/05/14
Punto: Canal de descarga
del alcantarillado sanitario al río Pallina
Lugar: Sector Zoonosis, Distrito 1
Fuente: Agua residual
Localidad: Municipio de Viacha
Provincia: Ingavi Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Cloro residual (mg/l): ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Hora: 18:00 Fecha: 2018/05/15
Hora: 15:10
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Esterilizado (Si/No): Si
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Fecha de análisis: Del 2018/05/15 al 2018/05/25
Recibido por: Ing. Bernardo Nina Rosso

Observaciones: ---

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Bacterias Coliformes termorresistentes	NB 31004	U.F.C./100 ml	$2,6 \times 10^7$
2	<i>Escherichia coli</i>	NB 31005	U.F.C./100 ml	$1,5 \times 10^7$

U.F.C. = Unidades Formadoras de Colonias.

OBSERVACIONES: Agua bacteriológicamente contaminada.

La Paz, 25 de mayo de 2018


RESPONSABLE
Dra. M. Eufemia Briançon Gutiérrez


VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas



LABORATORIO

IIS-FORM-005
 Código IIS Nº: 0278/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **Empresa Consultora TECOINGE**
 Dirección: **Av. Arce Edif. Santa Isabel, piso 7, Departamento 702**

Nº de muestra: 1

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Personal Técnico del IIS**
 Fecha: **2018/05/14**
 Punto: **Canal de descarga del alcantarillado sanitario al río Pallina**
 Lugar: **Sector Zoonosis, Distrito 1**
 Fuente: **Agua residual**
 Localidad: **Municipio de Viacha**
 Provincia: **Ingavi** Departamento: **La Paz**
 Temperatura: ---

Hora: **14:00**

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **2018/05/15**
 Hora: **15:05**
 Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**
 Esterilizado (Si/No): **Si**
 Estado de la muestra: **Refrigerada (Si/No): No**
 Fecha de análisis: **Del 2018/05/15 al 2018/05/25**
 Recibido por: **Ing. Bernardo Nina Rosso**

Cloro residual (mg/l): ---

Observaciones: ---

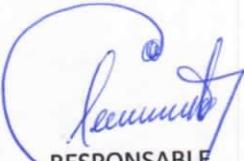
DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Bacterias Coliformes termorresistentes	NB 31004	U.F.C./100 ml	1,7 x 10 ⁷
2	<i>Escherichia coli</i>	NB 31005	U.F.C./100 ml	1,0 x 10 ⁷

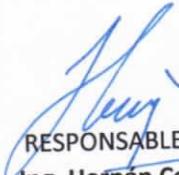
U.F.C. = Unidades Formadoras de Colonias.

OBSERVACIONES: Agua bacteriológicamente contaminada.

La Paz, 25 de mayo de 2018


 RESPONSABLE
 Dra. M. Eufemia Briançon Gutiérrez


 VºBº DIRECTOR
 Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
 DIRECTOR
 Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
 UMSA


 RESPONSABLE TÉCNICO
 Ing. Hernán Coriza Rivas





ESTUDIO A DISEÑO FINAL “CONSTRUCCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EMISARIOS (P.T.A.R.) - VIACHA”

“RESUMEN EJECUTIVO”

INDICE	PAG.
1. Nombre del Proyecto.....	2
2. Tipo de Proyecto.....	2
3. Instituciones Involucradas.....	2
4. Ubicación física del Proyecto.....	2
6. Aspectos Demográficos.....	4
7. Ingeniería del Proyecto.....	5
8. Estudios Básicos.....	6
9. Descripción de la Alternativa Elegida.....	8
10. Evaluación de Proyecto.....	10
11. Datos Financieros.....	26
12. Cronograma de Ejecución de Obra.....	26



ESTUDIO A DISEÑO FINAL

“CONSTRUCCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EMISARIOS (P.T.A.R.) - VIACHA”

RESUMEN EJECUTIVO

1. Nombre del Proyecto

“CONSTRUCCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EMISARIOS (P.T.A.R.) - VIACHA”

2. Tipo de Proyecto

El proyecto pertenece al área de Saneamiento Básico y consta de dos emisarios para la recolección de las aguas del alcantarillado de los distritos 1, 2, 6 y 7 (gravedad), una estación de bombeo y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR.

3. Instituciones Involucradas

Las instituciones involucradas en el presente proyecto son las siguientes:

- Ministerio de Medioambiente y Agua (MMAyA).
- Gobierno Autónomo Municipal de Viacha.
- Consultoría y Construcción Gómez-Dants (Firma Consultora).

4. Ubicación física del Proyecto

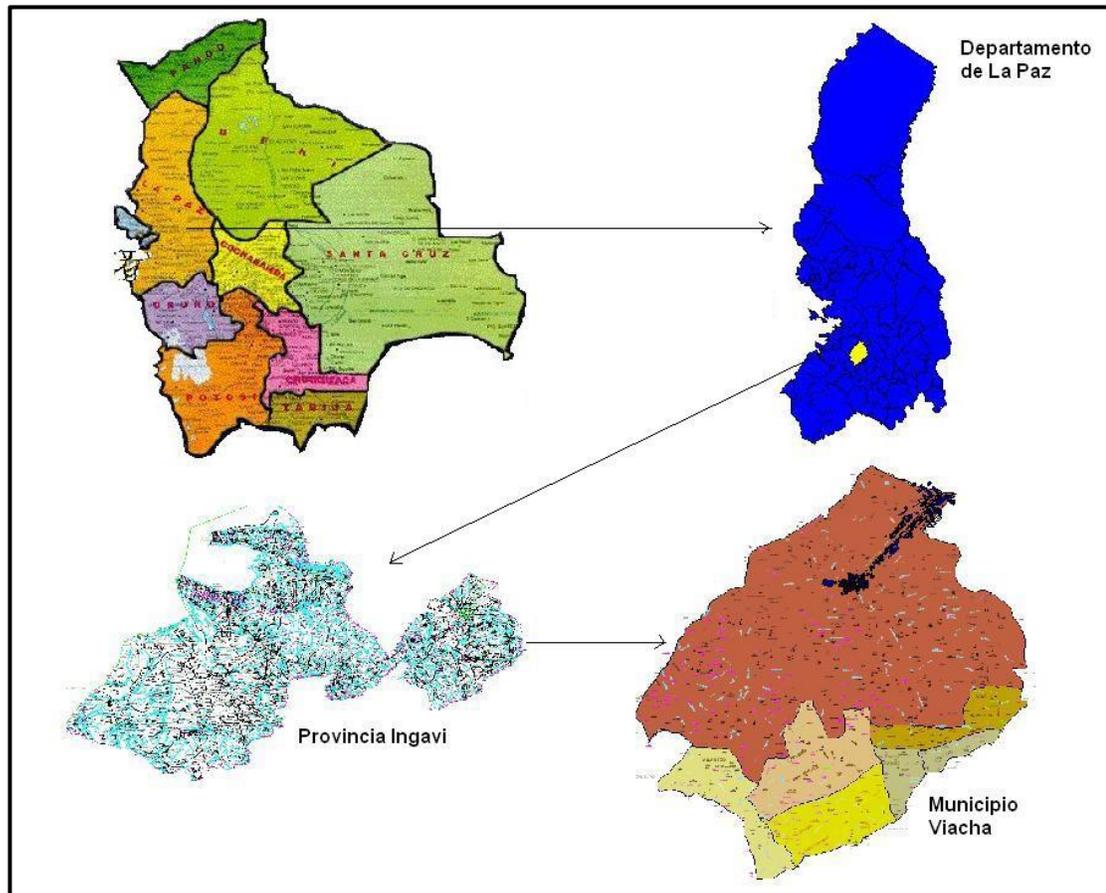
La ubicación del ámbito de trabajo es la siguiente:

- Departamento: La Paz
- Provincia: Ingavi
- Municipio: Viacha
- Distrito: Viacha





IMAGEN 1. Ubicación Geográfica Viacha



Fuente: Elaboración Propia

Los Distritos Nº 6 y 7, se halla ubicado al Noreste del Municipio de Viacha, en el área residencial, el área del proyecto se encuentra ubicada en la parte poblada de los Distritos Nº 6 y 7, como se puede observar.

El Municipio de Viacha geográficamente se halla comprendido entre los 16° 30' a 16°56' de latitud Sur y 68° 8' a 68° 30' de longitud Oeste.

El área del proyecto para emplazar la nueva P.T.A.R. de Viacha se sitúa geográficamente a la salida del alcantarillado proveniente de los Distritos Nº 6 y 7 se halla comprendida entre las coordenadas 8159776,460 Norte y 573714.077 Este con una altura de 3.860,00 msnm de acuerdo a datos planialtimétricos.



6. Aspectos Demográficos

Según el INE - Censo Nacional del 2012, la población del departamento de La Paz está conformada por 2.706.351 habitantes. La ciudad de Viacha tiene una población total de 80.388 habitantes entre área urbana y rural, representando el 2.97% de la población total de departamento.

□ Población Actual

Actualmente la jurisdicción del municipio cuenta con 5 distritos (1, 2,3, 6 y 7) de los cuales 1, 2,6 y 7 son urbanos y el distrito 3 es rural. Según el Censo población y vivienda del 2012 el área urbana tiene una población de 62.688 y el área rural 29.118 habitantes como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 1. Número de población urbana y rural

Censo	Población	Urbano	Rural
Censo del 2001	46.596	29.118	17.488
Censo de 2012	80.724	62.688	18.036

Fuente: Censo INE 2012

Como se puede observar en el cuadro la población del área urbana es mayor al área rural representando 22.34% de la población total del municipio.

Como se detalla en el siguiente cuadro el municipio de Viacha esta está conformada por 191 zonas distribuidas en 4 distritos urbanos y 66 comunidades pertenecientes al distrito 3 del área rural.

□ Población Actual del Proyecto

CUADRO 2. ANALISIS POBLACIONAL DE BENEFICIARIOS POR DISTRITOS

Distritos	Población INE	Población del Estudio SOCIOECONOMICO.
Distrito 1	11,618	10,973
Distrito 2	14,154	13,349
Distrito 6	7,207	6,795
Distrito 7	29,709	28,028
TOTAL POBLACIÓN	62,688	59,145

Fuente: INE, Censo 2012 y Empresa Gómez Dants, Estudio Socioeconómico, Viacha, 2015.

El detalle de la población por Distrito muestra que la mayor cantidad de población se halla ubicada en el Distrito 7 con un 47.39%, seguidamente el Distrito 2 con el 22,57 %, Distrito 1 con el 18.53 % y la que muestra menor número de habitantes es el Distrito 6.



Debido al análisis realizado en el informe TESA capítulo 2, se concluye que la población proyectada del censo 2012 al año base 2015 (**72488 hab.**) presenta una población exageradamente mayor en comparación a la población calculada en base al censo comunal realizado por la consultora (**62079 hab.**) el cual incluso es menor al valor del censo 2012, por lo tanto para no sobre dimensionar estructuras y posterior encarecimiento del proyecto y estar acorde a la situación real de la población se adoptó la población del censo 2012, como población base de diseño (**62688 hab.**)

7. Ingeniería del Proyecto

Componentes del Sistema

Se plantea, un emisario para la recolección de las aguas provenientes de los distritos 6 y 7 para luego ser bombeado a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

A su vez se realizó el diseño del emisario que captara las descargas de los alcantarillados de los distritos 1 y 2 que en la actualidad se encuentran en funcionamiento.

Los emisario cumplen con lo requerido en lo funcional, económico, y ambiental, resultado de análisis de varias alternativas.

La red emisario del distrito 6 y 7 se compone de tuberías de: PVC 16" y 18", y cámaras de inspección.

La red emisario del distrito 1 y 2 se compone de tuberías de: PVC 6" - 8" - 12" y 16", y cámaras de inspección.

Cárcamos de bombeo.

El cárcamo de bombeo de la PTAR, impulsa sus aguas hasta la cámara disipadora de la estructura de pre tratamiento que se encuentra en la zanja de oxidación.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Esta Planta contempla un pretratamiento (Reja, Desarenador, Canal Parshall), tratamiento secundario (Zanja de Oxidación-Tanque de Sedimentación Secundario) y una estructura de salida.





8. Estudios Básicos

Técnico

En la actualidad la empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Viacha “EMPAV” suministra agua extraída de pozos a los distritos 1, 2 y 6, siendo EPSAS-El Alto el encargado del suministro de seis urbanizaciones del distrito 7.

La continuidad del servicio es diferente entre los cuatro distritos, en los Distritos 1 y 2 reciben el servicio entre las horas de 5:00 a.m. y 23:00 p.m. mientras que en el Distrito 6 y 7 el servicio es continuado las 24 horas del día.

En el cuadro siguiente se muestra el porcentaje de tenencia de agua, mediante pileta intradomiciliaria en los distritos que conforman al municipio. (Véase anexo 28, Diagnostico).

CUADRO 3. Porcentaje de tenencia de agua

Tenencia de agua en los cuatro distritos	
Distrito 1 y 2	97.00%
Distrito 6	80.00%
Distrito 7 (Epsas)	80.00%
Del total de viviendas que están habitadas.	

Fuente: Estudio Socioeconómico, Viacha, 2015, GAMV.

En la actualidad los distritos 1 y 2 cuentan con el servicio de alcantarillado con descarga directa al río Pallina, mientras que en el distrito 6 solo se cuenta con el colector principal construido, por su parte el distrito 7 cuenta con alcantarillado sanitario y conexiones domiciliarias construidas para un sector, sin embargo las mismas no se encuentran en funcionamiento debido al compromiso suscrito con el municipio y el banco mundial, que indica que las mismas no pueden ser usadas hasta tener construida la planta de tratamiento. (Fuente: GAMV)

CUADRO 4. Porcentaje de tenencia del sistema de alcantarillado

Tenencia de alcantarillado en los cuatro distritos	
Distrito 1 y 2	90%
Distrito 6	0%
Distrito 7	30%

Fuente: GAMV, Estudio Socioeconómico, Diagnostico EMPAV 2015.



Socioeconómico

El estudio refleja la situación socioeconómica actual de la población y la prioridad social y ambiental de contar con un servicio de tratamiento de sus aguas servidas con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes y evitar enfermedades en la población.

No existen programas de prevención de enfermedades gastrointestinales, por el uso inadecuado de alimentos, de educación para el manejo de aguas residuales y disposición de excretas y existe una cultura inadecuada de saneamiento, higiene y salud. Salvo el organizado a solicitud de las autoridades comunales en las Unidades Educativas.

Ambiental

Se realizó un estudio para evaluar el impacto ambiental del proyecto “**CONSTRUCCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EMISARIOS (P.T.A.R.) – VIACHA**”, para lo cual se evaluó de acuerdo a la Ley de Medio Ambiente 1333 y el Reglamento de Prevención y Control Ambiental los factores: Aire, Agua, suelo, ecología, ruido y socioeconómico, se utilizó la información secundaria proporcionada por la Consultora Gomez Dants. y complementada con visitas de campo, para encontrar los impactos que podrían producirse en el medio ambiente, se seleccionó los factores que se afectarían tras la ejecución del proyecto.

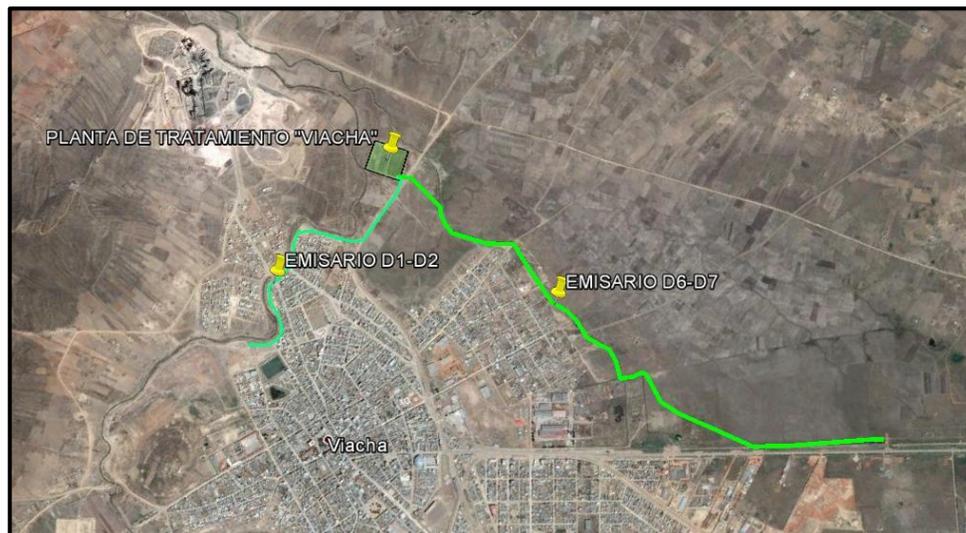
De acuerdo al grado de influencia la actividad que causa perjuicio es la excavación en las obras de tendido de tuberías, con la generación de partículas en suspensión para lo cual se recomienda realizar el regado en el área de trabajo y la dotación de mascarillas a los trabajadores, otro problema es la generación de monóxido de carbono proveniente de la maquinaria y equipos, cuya medida de mitigación consiste en dotar al personal de mascarillas y la revisión continua de la maquinaria y equipo.

Por tanto la “**CONSTRUCCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EMISARIOS (P.T.A.R.) - VIACHA**”, no conlleva impactos relevantes al medio ambiente, más al contrario causa impactos positivos en el factor socio económico y mejora la calidad de vida de los pobladores, así mismo señalar que la planta de tratamiento tiene una categoría 2, que conlleva a realizar un estudio EEIA-AE, para la aprobación de la licencia ambiental.



9. Descripción de la Alternativa Elegida

GRAFICO 1. Emisarios



Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

Para el diseño de los emisarios se utilizó el programa SEWER-UP para la simulación del comportamiento hidráulico de la red, en el diseño se trató de seguir la pendiente natural del terreno en algunos sectores, siendo que para la mayoría de la red se usó el criterio de pendiente mínima que tiene que cumplir las tuberías según lo especificado en la norma boliviana NB-688 para alcantarillados tipo convencional, y relación de caudal que esta presenta ($Q_i/Q_{ii}=0.25$), (**Ver Anexo 14 “Diseño Hidráulico”**).

La alternativa elegida está compuesta por un emisario que recolecta las aguas de los distritos 1 y 2, y otro emisario del distrito 6 y 7 de Viacha y desemboca a un cárcamo que se encuentra en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Planta de tratamiento de Aguas Residuales: Pretratamiento (Cámara By-Pass, Reja de Desbaste, Desarenador, Canaleta Parshal), Zanja de Oxidación, Tanque de Sedimentación Secundario, Estructura de Desinfección y Deshidratadores.

COMPONENTES CONSTRUCCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO Y EMISARIOS

- Emisario D1-D2 Tubería PVC 6” – 8” – 12” – 16”	1561.13 m.
- Emisario D6-D7 Tubería PVC 16” -18”	2,360.35 m.
- Cárcamos de Bombeo y Líneas de Impulsión PTAR	1
- Cárcamo de Bombeo para retorno de lodos	1



- Estructuras adicionales para la protección de Cárcamos y Casetas Eléctricas
- Oficinas – Laboratorio – Portería – Almacén.

i. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La alternativa elegida comprende los siguientes componentes:

a) **Cámara de entrada.** destinado a recibir las aguas provenientes del cárcamo de bombeo de la red de alcantarillado y conducir las aguas residuales crudas a las Rejas. Las dimensiones de la cámara de entrada son de 1.40 x 1.25 m. (dimensiones externas).

b) **Pre-tratamiento.** El Pre – tratamiento tiene como objetivo principal el de acondicionar las aguas residuales para su posterior tratamiento, en él se eliminan material de grandes dimensiones, detritos minerales y arenas. Básicamente el Pre-tratamiento está constituido por Reja y Desarenador asociado a un medidor Parshall. Por las características y magnitud del proyecto se ha proyectado una Reja manual con su respectivo canal bypass en el que se encuentra otra reja manual, dos Desarenadores de limpieza manual y una canaleta Parshall, los mismos que permitirán realizar las tareas de operación y mantenimiento del Pre-tratamiento.

c) **Zanja de Oxidación** que es una unidad de tratamiento destinada fundamentalmente a la oxigenación del agua residual y remoción de sólidos sedimentables, materia orgánica, nutrientes y coliformes, en función de los parámetros de diseño utilizados.

e) **Tanque de Sedimentación Secundaria:** Estructura de hormigón armado destinado a la sedimentación de la parte sólida del agua residual, para su posterior expulsión a los deshidratadores.

f) **Obras complementarias,** las obras complementarias comprenden las tuberías que transportan las aguas residuales a las diferentes unidades de tratamiento, dispositivos de entrada y salida de las unidades de tratamiento, así como también, dispositivos de interconexión, cámaras, y accesorios.

Por otro lado se considera también las vías de acceso y el cerco de toda la superficie de la planta.

En el parte frontal de la planta se tendrá el ingreso a la misma, al lado se ubicará una edificación para los responsables de la planta, oficinas, laboratorio y depósito de material para operación y mantenimiento.

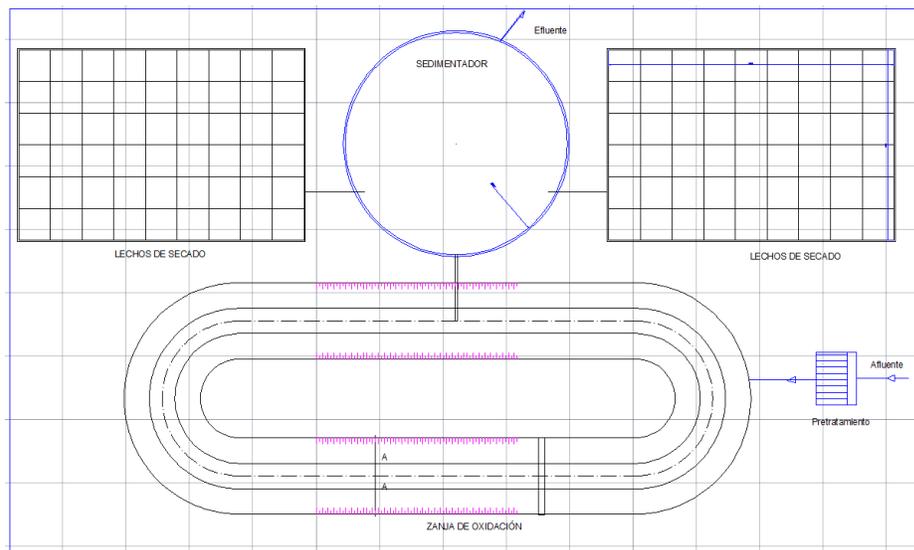
Con relación a la fase sólida del agua residual tratada, los sólidos suspendidos presentes en el tanque de sedimentación serán expulsados a los deshidratadores por medio de la carga hidráulica existente, donde serán estabilizados y separados de la fase líquida y sólida.

Los lodos, una vez estabilizados, son retirados de los deshidratadores, vía seca. Para ello, se elimina el agua y se deja secar el lodo por evaporación, para luego retirar el lodo inocuo y deshidratado para su disposición final en el relleno sanitario de la población.

Cabe señalar que los costos relacionados con el manejo de los lodos son considerados en los costos de operación.

En el análisis de costos se utilizaron los datos de dimensionamiento de las unidades de tratamiento de cada alternativa planteadas por el diseño hidráulico, computando los volúmenes de cada ítem, ver anexo 16. Los costos de construcción y los costos de operación y mantenimiento para cada alternativa se resumen en el siguiente cuadro comparativo:

GRAFICO 2. Esquema Alternativa Elegida



Elaboración Propia

CUADRO 5. ÁREA DE CONSTRUCCION REQUERIDA

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN REQUERIDA	
3,1	[Ha]

CUADRO 6. Modelo Zanja de Oxidación y Sedimentado Secundario



PRETRATAMIENTO:

- Medidor Parshall

El diseño se reduce a seleccionar el ancho de garganta w , y en correspondencia se determinan los valores de "n" y "k", límites de aplicación y dimensiones estándar de medidores Parshall.

El tirante de agua en la canaleta Parshall se determina utilizando la siguiente relación:

Dónde: $Q = \text{Caudal de diseño (m}^3/\text{s)}$ $Q = k * H^n$

k y $n = \text{Constantes}$

$H = \text{Tirante en la sección de medición de flujo (m)}$

CUADRO 7. DIMENSIONES MEDIDOR PARSHALL

DIMENSIONES MED. PARSHALL		
Unidades	1	unid
w	22,9	cm
n	1,53	cm
k	0,535	cm
A	88,0	cm
B	86,4	cm
C	45,7	cm
D	57,5	cm
E	61,0	cm
F	45,7	cm
G	61,0	cm
K	6,9	cm
N	17,1	cm

Fuente: Elaboración propia

- Desarenador

Se utiliza un desarenador de sección rectangular y de flujo horizontal, asociado a un medidor Parshall, ubicado a un desnivel "z" de la solera del Parshall.

Parámetros de diseño:

Velocidad de flujo $v = 0,30 \text{ m/s}$

Velocidad de sedimentación $v_s = 0,02 \text{ m/s} = 72 \text{ m/h}$:

Longitud Desarenador $L = 25 * h$



$$b = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v * h}$$

Ancho Desarenador

Desnivel solera medidor Parshall respecto a solera desarenador:

$$z = \frac{Q_{m\acute{a}x} H_{m\acute{i}n}}{Q_{m\acute{a}x}} - \frac{Q_{m\acute{i}n} H_{m\acute{a}x}}{Q_{m\acute{i}n}}$$

Volumen depósito de arena

$$v = \frac{365 * c * P * Q_{m\acute{a}x} * T}{1000}$$

Dónde:

- vs = Velocidad de sedimentación (m/h)
- L, b, h = Longitud, ancho y altura del desarenador (m)
- V = Volumen del desarenador (m³)
- v = Volumen depósito de arena (m³)
- Q = Caudal máximo de diseño (m³/h)
- As = Área superficial del desarenador (m²)
- Qmáx = Caudal máximo de diseño (m³/s)
- Qmín = Caudal mínimo de diseño (m³/s)
- Hmáx = Altura de agua en el Parshall para Qmáx (m)
- Hmín = Altura de agua en el Parshall para Qmín (m)
- T = Tiempo de limpieza desarenador T = 7 días (días)
- c = Cantidad de material retenido c = 3 l/hab-año

CUADRO 8. DIMENSIONES DESARENADOR

DIMENSIONES DESARENADOR		
Unidades	2	unid
Longitud	11.25	m
Ancho	1.70	m
Altura total	1.03	m
Altura depósito de arena	0.17	m

Fuente: Elaboración propia

El diseño se encuentra desarrollado en el anexo 14.

- Reja

Se considera una reja de operación manual.

Parámetros de diseño:



Velocidad entre barras: $v = 0,60$ m/s
 Espesor de la barra $t = 3/8$ pulg
 Espaciamiento entre barras $a = 1$ pulg
 Profundidad barra $l = 1 \frac{1}{2}$ pulg
 Ángulo de inclinación $\alpha = 60^\circ$

Área útil $A_u = \frac{Q}{v}$

Área total $S = \frac{A_u}{E} = b * h$

Eficiencia $E = \frac{a}{a+t}$

Ancho del canal de la reja $b = \frac{Q}{v * E * h}$

Pérdida de carga $h_f = \beta \left(\frac{t}{a}\right)^{4/3} \frac{v^2}{2g} \operatorname{sen} \alpha$

Dónde:

Q = Caudal máximo de diseño (m3/s)

v = Velocidad entre barras (m/s)

t = Espesor de la barra (m)

a = Espaciamiento entre barras (m)

b = Ancho del canal de la reja (m)

h = altura de la lámina de agua (m)

Au = Área útil (m2)

S = Área total (m2)

β = Coeficiente de forma (2,2 para barra de sección rectangular)

α = Ángulo de inclinación de la reja (60°)

CUADRO 9. DIMENSIONES REJA

DIMENSIONES REJA		
Unidades	2	unid
Espesor de la barra	3-8	pulg
Espaciamiento entre barras	1	pulg
Profundidad barra	1 1/2	pulg
Ángulo de inclinación	60	°
Ancho del canal	1	m
Altura canal	0.77	m

Pérdida de carga	0.05	m
------------------	------	---

Fuente: Elaboración propia

Zanja de Oxidación y Sedimentador Secundario (Modelo de ECKENFELDER Y O´CONNOR)

Este modelo basa el cálculo de los niveles de sustrato soluble en el efluente y de biomasa (en términos de sólidos volátiles totales), en dos balances de masa alrededor de la zanja de oxidación. Los requisitos de oxígeno se calculan en base a dos coeficientes para determinar el oxígeno para síntesis y respiración endógena, los cuales son muy específicos para cada desecho y periodo de retención.

El dimensionamiento de esta unidad de tratamiento toma en cuenta sistema de equilibrio continuo:

$$1) \frac{dS}{dt} = a - b - c = 0$$

$$2) \frac{dX}{dt} = \mu - \lambda - \delta = 0$$

Donde:

$$a = \frac{Q}{V} a_{max} \frac{S}{K_s + S} \left[\frac{X}{X_{max}} \right]$$

$$b = \frac{Q}{V} \left[\frac{X}{X_{max}} \right]$$

$$c = \frac{Q}{V} \left[a_{res} + a_{end} \frac{X}{X_{max}} \right]$$

$$V = \frac{Q}{\mu - \lambda - \delta} \left[\frac{X}{X_{max}} \right]$$

$$3) \frac{dX}{dt} = \mu - \lambda - \delta = 0$$

Donde:

$$\mu = \mu_{max} \frac{S}{K_s + S}$$

$$\lambda = \lambda_{max} \frac{X}{X_{max}}$$

$$\delta = \delta_{max} \frac{X}{X_{max}}$$

O'Connor y Eckenfelder introducen la constante de reacción $K_1 = K * X_a$, despreciando las pérdidas por infiltración y evaporación y resuelven la ecuación anterior considerando que:

$$\frac{dS}{dt} = a - b - c = 0$$

$$\frac{dX}{dt} = \mu - \lambda - \delta = 0$$



La relación entre K y K_1 es:

y $Q =$ Caudal en condiciones de equilibrio continuo:



$$Q = Q \cdot Q \cdot Q$$

$$4) Q \cdot Q \cdot Q - Q \cdot Q \cdot Q = Q \cdot Q \cdot Q \cdot V$$

$$5) Q \cdot Q - Q \cdot Q = Q \cdot Q \cdot Q \cdot Q$$

$$6) \frac{Q \cdot Q - Q \cdot Q}{Q} \cdot (Q + Q \cdot Q \cdot Q) = Q$$

$$Q \cdot Q \cdot Q + Q \cdot Q \cdot Q$$

Introduciendo el concepto de:

$$Q\% = \%R \cdot Q = \frac{Q \cdot e^{-Q}}{Q \cdot Q}$$

$$100 \cdot (1 -$$

$$8) \frac{Q \cdot Q}{Q \cdot Q \cdot (Q \cdot Q \cdot Q - Q)} = \dots$$

Determinado así el periodo de retención necesario para el tratamiento para una eficiencia de 95%.

A continuación se muestra los valores de los parámetros de diseño de la planta de Tratamiento de la PTAR Viacha.



CUADRO 10. PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

PARAMETRO	UNIDAD	SIMBOLO	VALOR
DATOS DEL DESECHO CRUDO Y BASES DE DISEÑO			
Caudal medio de aguas residuales	l/seg	Qm	117.31
Caudal máximo horario	l/seg	Q	224.98
DBO 5 días, 20 C desecho crudo	mg/l	Sa	210.00
DQO total del desecho crudo	mg/l	DQO	420.00
Sólidos en suspensión totales	mg/l	SST	260.00
Sólidos volátiles, fracción decimal	decimal	FV1	0.80
Nitrógeno amoniacal	mg/l	NH3	45.70
Nitrógeno orgánico	mg/l	NR	24.60
Temperatura del agua en verano	°C	TVER	20.00
Temperatura del agua en invierno	°C	TINV	14.00
Elevación, msnm	metros	ELE	3900.00
Eficiencia de remoción de DBO, [0.80-0.95]	decimal	EF	0.95
Carga volumétrica, [0.25-0.35]	KgDBO/(m3.d)	CV	0.35
Densidad de la biomasa, [3 - 5]	Kg Xv/m3	XV	4.00
Fracción de sólidos volátiles activos en la biomasa, [.35-.50]	Kg Xv/Kg SST	FV2	0.40
PARAMETROS DE DISEÑO Y COEFICIENTES DEL PROCESO			
Producción de sólidos	KgSST/KgDBOr	PSST	0.75
Oxígeno para síntesis	Kg O2/KgDBOr	a	0.50
O2 para respiración endógena a 20 °C	Kg O2/(Kg Xa.d)	b1	0.125
Porcentaje de nitrificación	decimal	FRN	0.90
Porcentaje de desnitrificación	decimal	FDN	0.90
Rendimiento estandar del aerador	Kg O2/KWh	N20	1.80
Factor alfa, [0.90-0.96]	decimal	ALFA	0.96
Factor beta, [0.90-0.96]	decimal	BETA	0.95
Nivel de O2 en tanque de aeración,[1-2]	mg/l	CI	1.00
Profundidad del tanque de aeración	metros	PROF	4.00
Carga hidráulica sedimentador (Qmed)	m/día	CSH	14.90
Profundidad en sedimentador	metros	PROFS	3.00
Contenido de sólidos en lodo a secar en %	decimal	PSOL	3.00
Tiempo de operación	días/año	DIAS	250.00
Número de aplicaciones al año	#/año	NAPL	9.00
Profundidad de aplicación	metros	PAPL	0.30

Fuente: Lagunas Aireadas y Procesos de Lodos Activados de Fabián Yáñez Cossío

Todos los valores de parámetros de diseño fueron adoptados según criterio del proyectista, y los rangos que indica la bibliografía.

- 1) Factor de Carga [Relación F/M, (Kg DBO/m3.d)/Kg Xv/m3]:



- 2) Masa de DBO en AFLUENTE, Kg DBO/d: $X_{20} = \frac{Q \cdot C_{20}}{1000}$
- 3) Concentración de DBO en el efluente, mg/l: $C_e = \frac{C_0 \cdot (1 - e^{-k \cdot t})}{1 + (k - 1) \cdot t}$ Según Yañez S (10.2 y 10.7 mg/l)
- 4) Masa de DBO en EFLUENTE, Kg DBO/d: $X_e = (X_{20} - C_e) \cdot Q$
- 5) Volumen del Tanque de Aereación
 $V = \frac{X_{20} \cdot a}{k}$ "Según iteración para valores distintos de rata de oxidación y tiempo de retención."
- 6) Producción de Solidos en suspensión totales, Kg SSV/Kg DBOr
 $P_{SS} = \frac{X_{20} \cdot Y}{1 + Y}$ Según Yañez PSS (0.25 – 0.35)
- 7) Producción diaria de sólidos por m3, Kg Xv/m3/d
- 8) Producción diaria de sólidos por día a desechar, Kg Xv/d
 $P_{Xv} = P_{SS} \cdot V$
- 9) Edad de lodo = biomasa en el reactor/producción diaria de sólidos por m3
 $\theta_c = \frac{X}{P_{Xv}}$
- 10) Tiempo de retención hidráulico en el reactor biológico, m3
 $TR = \frac{V}{Q}$
- 11) Constante de reacción del proceso en condiciones de campo, 1/(mg/l * día)
- 12) Constante de reacción del proceso a 20 grados C
 $k_{20} = k \cdot \frac{10^{(20 - T)}}{10^{(20 - T_0)}}$
- 13) Nivel de sólidos volátiles ingresando al reactor, mg/l
 $C_0 = \frac{X_{20}}{Y}$



$$Q \cdot S_v = Q + Q \cdot S_v \cdot 0.0864 \cdot Q \cdot S_v$$

14) Masa de sólidos volátiles ingresando al reactor, Kg SSV/d

$$MS_v = 0.0864 \cdot Q \cdot S_v$$

15) Masa de O2 para síntesis celular, Kg O2/d

$$O_2S = a \cdot (MS_a - MS_v)$$

16) Masa de O2 para respiración endógena, Kg O2/d

$$b_t = b_1 \cdot 1.029^{(T_{VER}-20)}$$

17) Masa de O2 para nitrificación

$$O_2R = b_t \cdot X_v \cdot 0.5 \cdot V$$

18) O2 de desnitrificación

$$O_2N = 4.57 \cdot FR_N \cdot (NH_3 + NR) \cdot Q \cdot 0.0864$$

19) Masa de O2 total

$$O_2DN = 0.625 \cdot FDN \cdot O_2N$$

20) Transformación a condiciones de campo

$$O_2T_2 = O_2S + O_2R + O_2N$$

$$O_2T_1 = O_2T_2 - O_2DN$$

$$CS = 14.652 - 0.41022 \cdot T_{VER} + 0.007991 \cdot T_{VER}^2 - 0.000077774 \cdot T_{VER}^3$$

$$P_v = \text{Exp}(1.52673 + 0.07174 \cdot T_{VER} - 0.000246 \cdot T_{VER}^2)$$

$$PA = 760 \cdot \text{Exp}(-E/8005)$$

$$PA - P_v$$

$$C_{sc} = CS \cdot \frac{760 - P_v}{760}$$

$$F = (C_{sc} \cdot BETA - CI) \cdot ALFA \cdot 1.024^{(T_{VER} - 20)/9.02}$$

21) Dimensionamiento de aeradores

$$NCT = \frac{N_{20} \cdot F}{\dots}$$



30) Volumen de lodos a desecharse del reactor, m3/d

$$VL1 = \frac{V}{\bar{EL}}$$

31) Altura del tanque de aeración a drenarse, m

$$VL1 * \sqrt{PROF}$$

$$HL = \frac{\quad}{\quad}$$

32) Volumen de lodos a lechos de secado, m3/d

$$PSOL * 1.2 * BSD$$

$$VL2 = \frac{\quad}{\quad}$$

33) Volumen anual de lodos producido, m3/año

$$VL3 = VL2 * DIAS$$

34) Área de lechos de secado, m2

$$A = \frac{\quad}{\quad}$$

=

35) Rendimiento de lechos de secado, Habitantes/m2

$$HAM2 = \frac{MSa}{1.54 * AL}$$



CUADRO 11. MODELO DE ECKENFELDER Y O'CONNOR

PARAMETRO	UNIDAD	SIMBOLO	VALOR
ZANJA DE OXIDACION			
Factor de carga	Kg DBO/(Kg Xv.día)	FC	0.09
Carga de DBO en afluente	Kg DBO/día	Msa	2,128.47
Concentración de DBO del efluente en invierno	mg/l	S	10.50
Volumen del tanque de aeración	m ³	V	6,081.35
Producción de sólidos	Kg Xv/Kg DBO _r	PSS	0.30
Producción de sólidos	Kg Xv/día	PSD	606.61
Edad de lodos	Kg Xv/(Kg Xve.día)	EL	40.10
Tiempo de retención nominal	Horas	TR*24	14.40
Constante de reacción a la temperatura de invierno	1/(mg/l Xv.d)	XKI	0.01
Constante de reacción a la temperatura de verano	1/(mg/l Xv.d)	XKV	0.01
Concentración de DBO del efluente en verano	mg/l	Sv	8.92
Carga de DBO en el efluente en verano	Kg DBO/día	MSv	90.36
Masa de oxígeno para síntesis celular	Kg O ₂ /día	O ₂ S	1,019.06
Coefficiente de respiración endógena en verano	1/(Xva.día)	bt	0.13
Masa de O ₂ para respiración endógena	Kg O ₂ /día	O ₂ R	1,520.34
Masa de O ₂ para nitrificación total	Kg O ₂ /día	O ₂ N	2,930.64
Masa de O ₂ de desnitrificación	Kg O ₂ /día	O ₂ DN	1,648.49
Requisitos totales de O ₂ sin desnitrificación	Kg O ₂ /día	O ₂ T ₂	5,470.04
Requisitos totales de O ₂ con desnitrificación	Kg O ₂ /día	O ₂ T ₁	3,821.55
Saturación de O ₂ en condiciones de campo	mg/l	Csc	5.52
Factor de corrección del rendimiento a condiciones de campo	decimales	F	3.82
Rendimiento en condiciones de campo	Kg O ₂ /KWh	NCT	0.47
Potencia calculada al eje	KW	XKW	484.09
Potencia calculada al eje	HP	HP	649.18
Potencia instalada (con el 85% de eficiencia)	HP	HP ₁	765.00



Densidad de energía en el reactor	W/M3	WM3	75.04
Energía consumida	KWh/día	XKWhd	13,691.05

PARAMETRO	UNIDAD	SIMBOLO	VALOR
SEDIMENTADOR SECUNDARIO			
Area requerida para sedimentador	m ²	Ased	680.24
Carga de sólidos sedimentador	Kg SST/(m ² .día)	CSOL	6.21
Volumen de sedimentador	m ³	VS	2,040.72
Tiempo de retención nominal	horas	TRS	4.83
Potencia en bomba de retorno de lodos	HP	HPS	1.90
Lodos a desecharse del reactor, m ³ /día	m ³ /día	VL1	151.65
Altura de tanque de aeración a drenarse	m/día	HL	0.10
Volumen de lodos a lechos de secado	m ³ /día	VL2	42.13
Volumen anual de lodos producido	m ³ /año	VL3	10,531.51
Area de lechos de secado	m ²	AL	3,900.56
Rendimiento de lechos de secado	Hab/m ²	HAM2	10.11

Fuente: Memoria de Cálculo Hidráulico ANEXO 14

DIMENSIONAMIENTO Y EFICIENCIAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El sistema de tratamiento propuesto (LODOS ACTIVADOS en su variante Zanjas de Oxidación), es utilizado en distintos países como un sistema de tratamiento de alta eficiencia, como se recomienda en el Perú donde se tienen experiencias con este tipo de tratamiento, tanto para la costa como para la serranía según lo señalado por el Ing. Javier Grimaldo Castillo, el cual señala las siguiente eficiencias típicas para este tipo de tratamiento:

EFICIENCIAS TÍPICAS según (Ing. Javier Grimaldo Castillo – SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ALTA EFICIENCIA)

- DBO: 95 % remoción
- SST: 95 % remoción
- Amonio: 99 % remoción
- Nitrógeno: 95 % remoción
- Fósforo: 80 % remoción
- Remoción de Bacterias Coliformes: Relación 1-2

Sin embargo el autor señala que las eficiencias de las zanjas de oxidación por el uso de aireación mecánica llega a variar entre el 90% a 99% de eficiencia en todos los parámetros excepto el de fosforo que llega a estar entre el 70% a 90%.



Cabe destacar que en el proceso, se tomaron en cuenta coeficientes cinéticos óptimos, esto se debe a que los factores hidráulicos por tema de normativa, fueron ampliamente mayorados, caso concreto es la dotación de agua potable y asumir una conexión optimista del 100%, además de minorar considerablemente el factor cinético bacteriano. Seguir pensando en condiciones pesimistas, significaría tener una infraestructura sobremayorada, con su consecuente gasto energético, por consiguiente a continuación en el cuadro 43 se muestran las eficiencias para la PTAR Viacha.

CUADRO 12. DIMENSIONES Y EFICIENCIAS ZANJA DE OXIDACIÓN

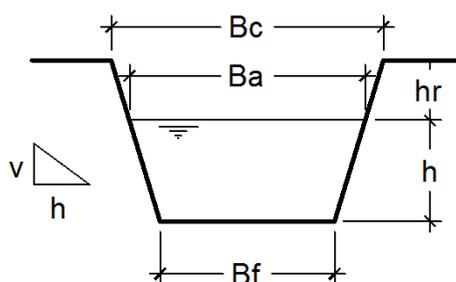
Parámetro	Símbolo	Valores	Unidad
Numero de lagunas	N	1	
Inclinación talud	V:h	0.1:1	
Altura Zanja de Oxidación	h	4	m
Borde libre	hf	0.35	m
Ancho Zanja de Oxidación Base	B	4	m
Longitud Media Zanja de Oxidación	L	200.59	m
Ancho coronamiento laguna	Bc	4	m
Longitud Media Coronamiento laguna	Lc	271.97	m
Área media Zanja	Ac	2441.23	m ²
Área coronamiento	At	4882.45	m ²
Volumen total Zanja de Oxidación	Vt	110250	m ³
Tiempo nominal de retención	T	14.4	d
Carga DBO afluente	Le DBO	4082.01	kg DBO/d
Concentración DBO afluente	Se DBO	210	mg DBO/l
Concentración DQO afluente	Se DQO	420	mg DQO/l
Concentración SST afluente	Se SST	260	mg SST/l
Concentración NT afluente	Se N	70.3	mg NT/l
Concentración coliformes afluente	Ne	4.30E+09	UFC/100 ml
Eficiencia remoción DBO*	%E DBO	95	%
Eficiencia remoción DQO	%E DQO	90	%
Eficiencia remoción SST	%E SST	90	%
Eficiencia remoción Nitrogeno Kjeldal Total	%E N	90	%
Eficiencia remoción coliformes	Relación	0.1-2	log ₁₀
Carga DBO efluente	Le DBO	204.10	kg DBO/d
Concentración DBO efluente	Se DBO	10.50	mg DBO/l



Concentración DQO efluente	Se DQO	42.00	mg DBO/
Concentración SST efluente	Se SST	26.00	mg DBO/
Concentración NT efluente	Se N	7.03	mg DBO/
Concentración coliformes efluente	Ne	1.27E+04	UFC/100 ml
A LA SALIDA DE LA DESINFECCIÓN	Eficiencia de las lámparas de 99%		
Concentración coliformes efluente	Ne	1.27E+04	UFC/100 ml

Fuente: Elaboración Propia (Los valores de concentración están descrito en la memoria de cálculo hidráulico)

GRAFICO 3. Sección transversal Zanja de Oxidación



Diámetro tubería ingreso y salida de procesos

Para el caudal que se conducira atravez de los distintos procesos, se utilizara tuberias PVC, para un diametro de 300 mm según se muestra a continuación.

Para: $D = 0.30$ m Adoptada (requerimiento: $0.22498 \text{ m}^3/\text{s}$)

Pendiente: $S = 0.005$

Según Hazen Williams se tendrá los siguientes valores para velocidad y caudal calculado para una tubería de 300 mm y la pendiente anteriormente mostrada:

Se tiene: $v = 0.97 \text{ m/s}$

$Q = 0.303 \text{ m}^3/\text{s}$ (Valor por encima del requerido)

Para tubería de 250 mm se tiene:

Según Hazen Williams se tendrá los siguientes valores para velocidad y caudal calculado para una tubería de 300 mm y la pendiente anteriormente mostrada:

Se tiene: $v = 1.38 \text{ m/s}$

$Q = 0.215 \text{ m}^3/\text{s}$ (Valor por debajo del requerido)



Por lo tanto se adopta tubería de 300 mm para toda la red de interconexión de la planta de tratamiento.

a) Cálculo Eléctrico

Para los sistemas de bombeo de agua residual es necesario el suministro de energía eléctrica en media tensión y baja tensión, con las siguientes características:

Media Tensión – MT – Tensión Primaria de Distribución

La distribución de energía eléctrica en las viviendas de Viacha la realiza la Cooperativa ENDE de Electrificación, la cual brinda servicio a la población de Viacha

Nivel de tensión en la localidad de Viacha es de 13.8 [kV] y 34.5 [kV] (fase-fase)

La tensión que se utilizara en el proyecto será 13.8 [kV]

Baja Tensión – BT – Tensión Secundaria de Distribución

Nivel de tensión menor o igual a 1000 voltios. CRE utiliza tensiones fase-fase de 380 Voltios y fase-neutro de 220 Voltios 60 [Hz].

Pero cabe resaltar que en el proyecto no se tomara la tensión mencionada ya que a la frecuencia de 60 [Hz] no hay motores universales para las bombas residuales para un tensión de 380 [V], 60 [Hz], se utilizara la tensión de 440/254 V 60 [Hz] en el proyecto ya que esta tensión es universal para motores de 60 [Hz].

Sistema de control Multi Bombas

Considerando que los caudales de las aguas residuales son variables en el periodo extendido y durante el periodo de diseño se ha elegido para el proyecto el sistema multibombas desarrollado para el CFW-08 con las siguientes características:

- Control del modo de accionamiento de las bombas auxiliares
- Control del cambio de la bomba accionada por el convertidor de frecuencia
- Rampa de aceleración y de desaceleración para la bomba accionada por el convertidor de frecuencia.
- Límites de velocidad mínima y máxima para la bomba accionada por el convertidor de frecuencia.
- Sistema en modo Dormir (Sleep) o despertar.
- Falla para la presión de salida mínima (Rompimiento de la tubería).



- Falla por presión de salida máxima (Estrangulamiento de la Tubería).
- Rotación de las bombas conforme el tiempo de operación.

El desarrollo del cálculo eléctrico para las tres estaciones de bombeo de agua residual se encuentra en el Anexo 14.

10. Evaluación de Proyecto

La evaluación del proyecto “**ESTUDIO A DISEÑO FINAL CONSTRUCCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EMISARIOS (P.T.A.R.) - VIACHA**”, tuvo como finalidad ver la rentabilidad del proyecto y presentar un análisis económico.

11. Datos Financieros

CUADRO 13. Presupuesto General Planta de Tratamiento y Emisarios Viacha

DESCRIPCION	MONTO Bs	MONTO \$US
INFRAESTRUCTURA	24,837,251.92	3,568,570.68
MITIGACIÓN AMBIENTAL	241,451.04	34,691.24
SUPERVISION DE OBRA	1,224,734.40	175,967.59
DESCOM	1,199,144.05	172,290.81
TOTAL =	27,502,581.41	3,951,520.32

Fuente: Elaboración Propia.

El presupuesto total será de Bs.- **27,502,581.41 Bs. (Veintisiete Millones Quinientos Dos Mil Quinientos Ochenta y Uno con 41/100 BOLIVIANOS).**

Tipo de cambio: 1\$us = 6.96 Bolivianos.

12. Cronograma de Ejecución de Obra

El tiempo de construcción del proyecto es de 420 días calendario.