

**GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA
MINISTERIO DE SERVICIOS PÚBLICOS
SECRETARÍA DE SERVICIOS PÚBLICOS
DIRECCIÓN GENERAL DE OPERACIONES**

SANEAMIENTO CLOACAL

MEMORIA DE CALCULO

**OBRA: SANEAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE
TANTI – OBRA: PROYECTO DESAGÜES
CLOACALES PARA LA CUENCA MEDIA OESTE –
DPTO PUNILLA**

- CIUDAD DE CÓRDOBA -

- NOVIEMBRE 2020 -

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	PARÁMETROS DE DISEÑO	3
2.1	Proyección de la Población	3
2.2	Caudales de diseño.....	9
3	ESTACIÓN DE BOMBEO – EB1	10
4	CONDUCTO DE IMPULSIÓN.....	12
5	CONDUCTO DE GRAVEDAD	16
6	ESTACIÓN DE BOMBEO (EB2).....	21
7	PLANTA DEPURADORA DE LÍQUIDOS CLOACALES	25
7.1	Cámara de carga, rejas, desarenadores, descarga de camiones atmosféricos y tamices estáticos.	25
7.2	Zanja de oxidación	28
7.2.1	<i>Demanda de Oxígeno para el Cálculo de los aireadores:.....</i>	<i>29</i>
7.2.2	<i>Dimensiones del Equipamiento - Aireadores.....</i>	<i>30</i>
7.3	Sedimentador secundario	30
7.4	Dispensores.....	31
7.5	Floculadores mecanizados.....	33
7.6	Sedimentadores terciarios.....	35
7.7	Filtros lentos.....	36
7.8	Cámara de contacto.....	37
7.9	Barros generados en el proceso.....	38
7.10	Espesador de barros.....	38
7.11	Deshidratación de barros	39
7.12	Estación de bombeo de recirculación de líquidos y barros en exceso	40
7.13	Estación de bombeo de barros.....	41
7.14	Estación de bombeo de trasvase	41
7.15	Casa química	41
7.16	Sala de cloración.....	42
7.17	Descarga sobre Arroyo Tanti.....	42
7.18	Sistema de agua potable.....	42
7.19	Instalaciones y obras complementarias.....	42
7.20	Recomendaciones sobre la Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento.....	43
7.21	Recomendación para la prestación del servicio.....	43
8	CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	43
8.1	GENERALIDADES.....	44
8.1.1	SUELO.....	44



8.1.2	MATERIALES	44
8.1.3	ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA.....	44
8.2	ZANJA DE OXIDACIÓN.....	46
8.3	SEDIMENTADOR	48
8.4	ESPESADOR DE BARRO	50
9	ELECTRICIDAD: PLANILLA DE POTENCIA INSTALADA / DEMANDADA Y CALCULO DE CONDUCTORES.	52
9.1	Generador Diesel.....	52
9.2	Tableros.....	53
9.3	Canalizaciones.....	54
9.4	Iluminación.....	54
9.5	Puesta a Tierra.....	54
9.6	Sistema de Protección contra rayo.....	54
9.7	Conductores de baja tensión.....	55

1 INTRODUCCIÓN

Las obras proyectadas comprenden el sistema de desagües cloacales de la ciudad de Tanti, el cual está conformado por:

- Cloaca Máxima.
- Estaciones de Bombeo.
- Planta Depuradora.
- Emisario Final

El sistema se inicia con la Cloaca Máxima que recibe el aporte de los caudales por medio de un conducto de impulsión alimentado desde la EB1, esta descarga en la boca de registro (BR1) del conducto a gravedad donde inicia su recorrido y recibe el aporte de las futuras zonas a servir planificadas hasta llegar a la EB2 en el predio de la Planta de Tratamiento para disponer los líquidos en el circuito de tratamiento y finalmente por medio de un conducto disponerlo en el Río de Tanti.

En primera etapa se construirá la Cloaca Máxima, (2) dos Estaciones de Bombeo y (2) dos de los (3) tres módulos que componen la Planta Depuradora.

La cañería de Impulsión totaliza 1200 metros de longitud y se instalarán en su totalidad durante la primera etapa constructiva, lo mismo que el conducto a gravedad de 5049 metros (de diámetros 315, 355 y 400 mm respectivamente), y las Estaciones de Bombeo EB1 y EB2; la Planta Depuradora tendrá una capacidad de tratamiento de 8.352 m³/d, con desbaste de sólidos gruesos, desarenado, tamices estáticos, tratamiento secundario, tratamiento terciario, filtrado lento, tratamiento de barros y desinfección. Esto permitirá reducir la carga orgánica, los nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) y huevos de parásitos (helminths).

Con este tratamiento se protege el uso recreativo del Río Tanti y la eutrofización por nutrientes del embalse del Lago San Roque.

Los caudales de aporte al sistema de desagües se estiman a partir de la dotación de agua, diferenciando la población estable de la flotante, considerándose una dotación de 250 y 200 lts/hab. día para la primera y segunda respectivamente.

Cabe mencionar que para el diseño del sistema se ha considerado diferenciar los caudales de diseño de los distintos componentes del sistema. Así para el diseño de la Cloaca Máxima y Estaciones de Bombeo, el caudal de diseño corresponde al fin del periodo de diseño, o Segunda Etapa (Qe). En el caso de la Planta de Tratamiento esta se ha proyectado ejecutar en dos etapas, donde en la primera se ejecutarán dos módulos de (Qd) 2.785 m³/día c/u, y en la segunda se incorporará un tercer módulo de igual capacidad de tratamiento.

2 PARÁMETROS DE DISEÑO

2.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

El período de diseño del proyecto es de 20 años, con proyección al año 2038, pero el proyecto se desarrolla para una primera etapa que abarca los 10 primeros años, con una cobertura del servicio prevista del 85% de sus habitantes, dejando la segunda etapa para un desarrollo posterior previsto para una cobertura del 95% a partir del año 2038.

Las Localidades de Tanti tienen una población estable en la actualidad de acuerdo con la proyección de los datos del último Censo 2010, de aproximadamente 8.700 habitantes; y dada sus

características de ser localidades turísticas se ha establecido un Factor de Incidencia Turística de 1,8 de la población estable para los períodos estivales.

Para el cálculo de la población futura, basándonos en los últimos tres censos del INDEC, y utilizando tres métodos propuestos por las normas ENOSHA nos encontramos con la siguiente tabla de resumen:

De acuerdo a Censos:

POBLACION	CENSOS		
	1991	2001	2010
Estable	3223	4579	6554
Turistas	2578	3663	5243
Total	5801	8242	11797

Tabla 1: Población según los diferentes censos.

PROYECCION - MÉTODO DE LA TASA EXPONENCIAL

$$i\% = \text{Ln}(P_2/P_1)/n \quad \begin{matrix} P_i = \\ P_0 * e^{(i*n)} \end{matrix}$$

Año	2010	2017	2027	2038
poblacion estable Tanti	6554	8662	12654	18792
Año	0,040	0,040	0,036	0,036
turismo Tanti	0,8	6930	10123	15034
Pob. Total		15592	22777	33826

PROYECCION - MÉTODO DE LA TASA ARITMETICA

$$i\% = (P_2/P_1-1)/n \quad \begin{matrix} P_i = P_0 \\ (1+i*n) \end{matrix}$$

Año	2010	2017	2027	2038
poblacion estable Tanti	6554	8753	13535	21476
Año	0,048	0,048	0,043	0,043
turismo Tanti	0,8	7002	10828	17181
Pob. Total		15755	24364	38657

PROYECCION - MÉTODO DE LA TASA MEDIA ANUAL DECRECIENTE

$$i I = 3,2580764$$

$$i II = 4,0648295$$

$$i 2 = i$$

$$\text{Prom} = 3,66$$

Usamos:

Para el 1º período i

$$1 = i II = 4,06$$

$$\text{Para el 2º per. } i 1 = 3,66$$

$$i\% = (P2/P1)^{1/n} - 1 \quad P_i = P_0(1+i)^n$$

Año	2010	2017	2027	2038
poblacion estable Tanti	6554	8662	12654	18795
$i II =$	0,041	0,041	0,037	0,037
turismo Tanti	0,8	6930	10123	15036
Pob. Total		15592	22778	33830

Analizando las distintas proyecciones, y contemplado la cantidad de 1.97 habitantes por hogar de acuerdo a Censo INDEC 2010, y las 3.743 conexiones existentes de provisión de agua potable, abastecidas entre las dos cooperativas prestadoras del servicio para el año 2017 nos indica una población servida de 7145 habitantes.

Comparando este valor con el resultante de los tres métodos de proyección de población utilizados, se puede observar que éstos superan en valor a la población servida actual.

A su vez de los tres métodos, para el final del período de diseño, dos de ellos reflejan prácticamente el mismo resultado (18.795 habitantes estables), por lo que y estando del lado de la seguridad con cualquiera de ellos, adoptaremos este valor para definir los parámetros de diseño del sistema de desagües cloacales de Tanti.

La distribución geográfica de la población a lo largo del periodo de diseño se realizará en forma proporcional a cada una de las zonas a servir definidas en el siguiente esquema 1, donde se observan todas las zonas a ser servidas a lo largo del proyecto.



Zona	CAUDAL (Lts/seg)
A1	25,39
A2	3,11
B1	13,71
B2	2,25
B3	10,37
C	6,03
D	6,56
E	5,45
F	8,70
G	1,02
H	5,93
I	5,76
J	26,46
K	5,74
L	18,58

Tabla 2: Caudales por zona.

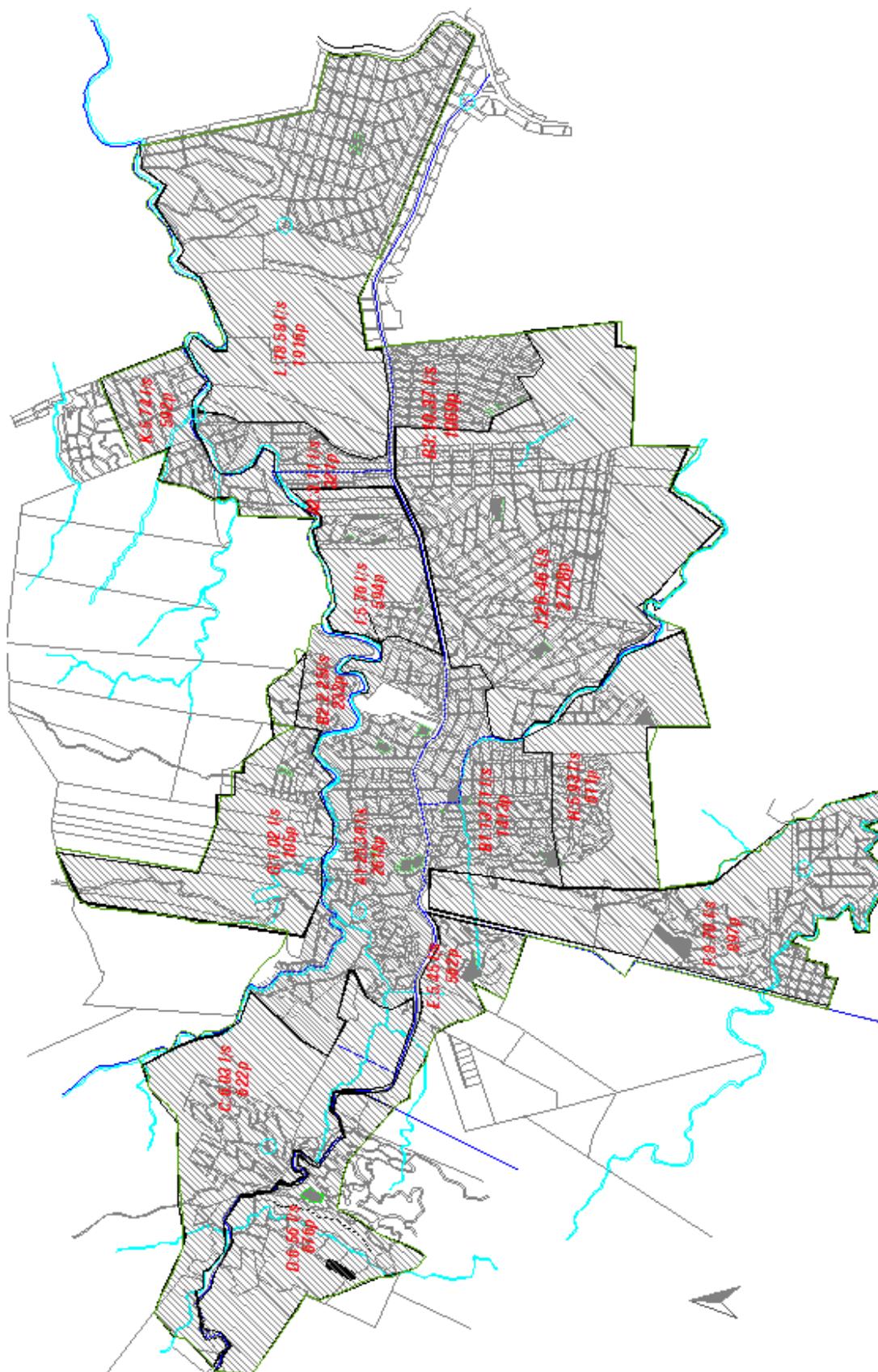


Figura 1: Croquis de la Localidad de Tanti con los caudales.

2.2 CAUDALES DE DISEÑO

PROYECCION DE LA DEMANDA

Coefficiente de Retorno		0,80
Coeficiente Máximo Diario =		1,30
Coeficiente Máximo Horario =		1,50
Coeficiente Mínimo Diario =		0,70
Coeficiente Mínimo Horario =		0,60
Dotación		
	estable	250 litros/hab/día
	flotante	200 litros/hab/día
Tasa de Crecimiento Población		3,66 % anual
Factor de Incidencia Turística		1,8

	Unidad	2017	2027	2038
Población Total				
<i>Habitantes Estables</i>	hab.	8662	12654	18795
<i>Habitantes Estables + Turistas</i>	hab.	15592	22778	33830
<i>Turistas</i>	hab.	6930	10123	15036
Demanda Residencial				
<i>Población servida</i>	%	87	95	100
	hab.	7493	21639	33830
<i>Habitantes por conexión</i>	un.	2,00	2,00	2,00
<i>conexiones domiciliarias</i>	un.	3746	10819	16915
<i>consumo medio mensual</i>	m3 por cnx	19	19	19
<i>Demanda media residencial</i>	m3/mes	71183	205570	321386
Aporte Sistema Colocal				
<i>Cobertura de Servicio</i>		45%	75%	95%
Población Servida				
<i>Estable</i>	hab.	3898	9491	17855
<i>Habitantes Estables + Turistas</i>	hab.	7016	17083	32139
<i>Turistas</i>	hab.	3118	7593	14284
Caudales de vuelco				
<i>Vuelco Medio Diario - Qc</i>	l/seg	16,24	39,54	74,39
<i>Vuelco Máximo Horario - QE</i>	l/seg	31,67	77,11	145,07
<i>Vuelco Máximo Diario - QD</i>	l/seg	21,11	51,41	96,71
<i>Vuelco Mínimo Horario - QA</i>	l/seg	9,75	23,73	44,64
<i>Vuelco Mínimo Diario - QB</i>	l/seg	11,37	27,68	52,08
<i>Vuelco Mínimo de Autilimpieza - QL</i>	l/seg	17,05		

Los caudales de diseño adoptados para los distintos componentes del sistema son los siguientes; Cloaca Máxima es el del final del período de diseño año 2038 (Q_{E20}); las Estaciones de Bombeo y la Planta de Tratamiento con los valores de primera etapa año 2027 modulados, como se indica en la siguiente tabla.

	CAUDAL DE DISEÑO (l/seg)	
	AÑO 2027	AÑO 2038
Cloaca Máxima		Q_{E20}
Estación de Bombeo	Q_{E10}	Q_{E20}
Planta Depuradora	Q_{D10}	Q_{D20}

Tabla 3: Caudales de Diseño

3 ESTACIÓN DE BOMBEO – EB1

DATOS:

a) Caudales

$Q_{e10} =$	125,62 m ³ /h	34,895 l/seg
$Q_{e20} =$	251,24 m ³ /h	69,79 l/seg
$Q_{b0} =$	102,548571 m ³ /h	28,49 l/seg

zonas	Q(l/seg)
A1	25,39
B1	13,71
C	3,03
D	6,56
E	5,45
H	5,93
F	8,7
G	1,02
	69,79

b) Cotas

Terreno E° B°	812,5 m	Intradós conducto de llegada	811 m
Cota de resguardo	812,8 m		
Terreno descarga	842,11 m	Intradós de descarga BR	841,51 m

Diámetro cañería de llegada = 0,250 m

MEMORIA DE CÁLCULO

1.- Estación de Bombeo Tipo - Dos bombas funcionando con una de reserva

1,1 Caudal de la bomba para el año final

m = factor de bombeo 1,00 < m < 1,10 se adopta m = 1,05

$$Q_{B20} = m \times Q_{E20} = 263,81 \text{ m}^3/\text{h}$$

Caudal nominal de cada bomba para la altura manométrica de diseño (Q'')

$$Q'' = 0,5 \times Q_{B20} = 131,90 \text{ m}^3/\text{h}$$

1.2 - Caudal de bombeo para primera etapa

$$Q_{B10} = m \times Q_{E10} = 131,90 \text{ m}^3/\text{h}$$

CARACTERÍSTICAS - EB1

dimensiones

a =	2,50 m	
b =	2,46 m	
hu =	1,50 m	altura útil
hf =	0,55 m	altura mínima de funcionamiento de la bomba (función tipo de bomba)
Hman =	51,29 m	altura manométrica

bombas seleccionadas (hasta el año 10)

Cantidad =	1	en funcionamiento
	1	reserva
Caudal de bombeo =	Q_{b10}	
	=	132 m ³ /h
		37 l/seg
Altura de impulsión =	52 m	
Tipo =	Sumergible	

Para el final del período de diseño se deberá agregar una bomba de la mismas características, quedando 2 en funcionamiento y 1 en reserva

4 CONDUCTO DE IMPULSIÓN

Los caudales a considerar en el cálculo del colector, surgen de analizar el aporte individual de cada cuenca sobre éste a lo largo de su desarrollo.

A continuación, se presentan las planillas utilizadas para el cálculo hidráulico del conducto de impulsión basado en la fórmula de Scimeni para escurrimientos a presión.

$$Q = 48,3 * D^{2.68} * j^{0.56} = \text{Caudal (m}^3/\text{seg)}$$

$$v = 61,5 * D^{0.68} * j^{0.56} = \text{velocidad (m/seg)}$$

$$j = \text{perdida de carga en (m/m)}$$

Con estas fórmulas definimos el diámetro del conducto, las pérdidas de carga distribuida, localizadas, se verifica la velocidad del líquido para el bombeo del año 10, y las sobrepresiones y subpresiones para caudales al año 10 y 20 para poder definir la clase del caño y el material.

2.- Conducto de impulsión

2.1 - parámetros de diseño

Longitud: 1200 m

Caudales $QB_{20} = 263,81$ m³/h

2.2 - Dimencionamiento de la cañería

Utilizando las formulas de SCIMENI

Adoptando:

Diámetro: 0,213 m

Obtenemos: comercial DN 250 mm PEAD

Pérdida de Carga: 0,0151 m/m

Velocidad: 2,05 m/seg

Verificación:

De acuerdo a la Norma del ENOHSa se verifica la velocidad del escurrimiento para el caudal de bombeo al año 10, que debe ser mayor o igual a 0,9 m/seg

$QB_{10} = 131,90$ m³/hs

Pérdida de Carga: 0,0044 m/m

Velocidad: 1,03 m/seg

> 0,9 m/seg

VERIFICA

2.3 - Pérdida de carga del conducto de impulsión

a.- Distribuida (Pd)

$$Pd = L \times j$$

L: 1205,00 m

J: 0,015 m/m

$$Pd = 18,17 \text{ m}$$

b.- Localizada (P_{Loc})

$$P_{Loc} = K V^2 / 2g = 0,26 \text{ m}$$

Pérdida de Carga: $QB_{20} = 131,90$ m³/h $131,90$ Q''
0,0059 m/km 0,0059

			V ² / 2 x g
Impulsión	V:	1,22 m/seg	0,08
Acometida	V1:	0,73 m/seg	0,03

g: 9,81 m/seg²

K: coeficiente en función de la singularidad

Pieza	Nº	K	Total	P _{Loc} (m)
Curva 90°	2	0,40	0,80	0,02
Curva 45°	2	0,20	0,40	0,03
Ramal Y	1	0,11	0,11	0,00
Válvula retención	1	2,50	2,50	0,19
Válvula Esclusa	1	0,20	0,20	0,02
Sumatoria				0,26

c.- Altura Manométrica (H_{man})

$$H_{man} = \Delta_{geom} + \Delta_{dist} + \Delta_{loc}$$

Desnivel Geométrico (D_{geo}):	32,86 m
Pérdida de carga distribuida:	18,17 m
Pérdida de carga localizada:	0,26 m

$$H_{man} = 51,29 \text{ m}$$

d- Golpe de Ariete

L	(longitud cañería de impulsión)	1200 m	
D	(diámetro de la impulsión)	0,213 m	
V	(velocidad de escurrimiento)	2,05 m/seg	
c	(celeridad de la cañería, PVC cl 6)	280 m/seg	
Tc	(tiempo crítico)	8,57 seg	
Hest	(altura estática)	32,86 m	
C	(constante de Mendiluce)	1,00	
k	(coef de Mendiluce)	1,40	$K = 2 - 0,0005 * L$

1ª Etapa

Qb10		131,90 m ³ /h	
V		1,03 m/seg	
H_{man}		51,29 m	
T	(tiempo de cierre de la instalación)	4,43 seg	$T = C + [k L V / (g H_{man})]$
T > Tc	(cierre lento)		
ΔH	(Golpe de ariete)	4,90 m	$\Delta H = 2 L V / g Tc$ (Michaud)
Ht	(sobrepresión total)	56,18 m	$Ht = H_{man} + \Delta H$
Dt	(depresión total)	46,39 m	$Dt = H_{man} - \Delta H$

Considerando un corte de energía (caso más desfavorable)

ΔH	(Golpe de ariete)	29,30 m	$\Delta H = c V / g$ (Alievi)
Ht	(sobrepresión total)	80,58 m	$Ht = H_{man} + \Delta H$

Dt	(depresión total)	21,99 m	$Dt = Hman - \Delta H$
----	-------------------	---------	------------------------

2º Etapa

Qb 20		263,81 m ³ /h	
V		2,05 m/seg	
Hman		51,29 m	
T	(tiempo de cierre de la instalación)	7,85 seg	$T = C + [k L V / (g Hman)]$
T > Tc	(cierre lento)		
ΔH	(Golpe de ariete)	63,94 m	$\Delta H = 2 L V / g Tc$ (Michaud)
Ht	(sobrepresión total)	115,23 m	$Ht = Hman + \Delta H$
Dt	(depresión total)	-10,00 m	$Dt = Hman - \Delta H$

Considerando un corte de energía (caso más desfavorable)

ΔH	(Golpe de ariete)	58,59 m	$\Delta H = c V / g$ (Alievi)
Ht	(sobrepresión total)	109,88 m	$Ht = Hman + \Delta H$
Dt	(depresión total)	-7,30 m	$Dt = Hman - \Delta H$

Se adopta un conducto de impulsión de PEAD clase 12.5. DN 250mm fusionado.

CARACTERISTICAS POZO DE BOMBEO - EB1

dimensiones

a =	2,50 m	
b =	2,46 m	
hu =	1,50 m	altura útil
hf =	0,55 m	altura mínima de funcionamiento de la bomba (funció bomba)
Hman =	51,29 m	altura manométrica

bombas seleccionadas (hasta el año 10)

Cantidad		
=	1	en funcionamiento
	1	reserva
Caudal de bombeo =	Q_{b10} =	132 m³/h
		37 l/seg
Altura de impulsión =	52 m	
Tipo =	Sumergible	

Para el final del período de diseño se deberá agregar una bomba de la mismas características quedando 2 en funcionamiento y 1 en reserva

5 CONDUCTO DE GRAVEDAD

A continuación, se presentan las planillas utilizadas para el cálculo hidráulico del conducto a gravedad en el recuadro superior de éstas se presentan los caudales de diseño máximos y mínimos para el dimensionamiento de cada tramo y el aporte de caudal de cada zona. En planilla se indican los puntos de vuelcos de cada zona al colector.

El cálculo se basa en la máxima capacidad de conducción a sección llena del conducto utilizando las fórmulas de Manning.

Por lo tanto:

$$A = \pi * D^2 / 4 = \text{área transversal de la cañería a sección llena}$$

$$X = \pi * D = \text{perímetro mojado para sección llena}$$

$$R_h = D/4 = \text{radio hidráulico para sección llena}$$

$$Q_{\text{máx}} = i^{(1/2)} * (D/4)^{(2/3)} / n * \pi * D^2 / 4 = \text{Capacidad máxima de conducción}$$

$$Q_{\text{máx}} (\text{l/seg}) = k * i^{(1/2)} (\text{m/m}) * D^{(8/3)} (\text{m}) = \text{a sección llena}$$

$$k = 0,311685468 / n = \text{constante que depende del material}$$

$$\text{Para material plástico, } n = 0,01 \text{ y } k = 31,169$$

Para dimensionar cada tramo del colector en estudio, se recurre a la siguiente relación:

$$D_c = (Q_{\text{En}} / (k * i^{(1/2)}))^{(3/8)} = \text{diámetro interno de cálculo de la cañería}$$

Una vez establecido el diámetro interno de cálculo de la conducción se adoptará el diámetro comercial mayor más cercano.

La pendiente mínima de autolimpieza (pendiente mínima a adoptar), se establece para un esfuerzo traxtriz $F_t = 0,10 \text{ Kg/m}^2$, cuya expresión general es:

$$i_{\text{min}} = c * (Q_{\text{LO}})^{-0,46} = \text{pendiente mínima}$$

$$c = \text{coeficiente en función del material y el } F_t$$

$$\text{Para } F_t = 0,10 \text{ Kg/m}^2 \text{ y } n = 0,011 \text{ (cañerías Plásticas)}$$

$$\text{El coeficiente tendrá el valor } c = 0,000234.$$

El caudal mínimo de autolimpieza, surge de las siguientes relaciones:

$$Q_{\text{C0 CUENCA}} = \text{Caudal medio diario inicial del Colector sin considerar el pico de turismo.}$$

$$\alpha_2 = 1,50 = \text{coeficiente máximo horario año inicial (adoptado)}$$

$$\beta_1 = 0,70 = \text{coeficiente mínimo diario cuenca}$$

$$Q_{\text{L0 CUENCA}} = \alpha_2 * \beta_1 * Q_{\text{C0 CUENCA}} = \text{caudal de autolimpieza.}$$

La velocidad máxima de transporte se verifica para el caudal máximo de diseño Q_{E20} .

$$V_{\text{máx}} (\text{m/s}) = 39,685 * D^{(2/3)} (\text{m}) * i^{(1/2)} (\text{m/m}) = \text{a sección llena}$$

La velocidad máxima aceptable para cañerías de PVC, en función del diámetro, son las indicadas en la siguiente tabla (según criterio ENOHSA).

DN	Velocidad (m/s)
200	4,43
250	4,95
315	5,56
355	5,90
400	6,26
500	7,01
600	7,87

Para el cálculo del conducto en planilla adjunta se indican el aporte de caudales en litros por segundos utilizados de cada una de las zonas establecidas a servir tanto en el radio actual como el futuro establecidos en el esquema presentado.

Zona	Q(l/s)
A1	25,39
A2	3,11
B1	13,71
B2	2,25
B3	10,37
C	6,03
D	6,56
E	5,45
F	8,70
G	1,02
H	5,93
J	26,46
K	5,74
L	18,58
I	5,76

Tabla 4: Planilla cálculo cloaca máxima

TRAMO	TRAMO	LONG. m	CAUDAL		COTAS TERRENO		PENDIENTE		COTAS CAÑERÍA		TAPADA		DIAMETRO		VEL. MIN. AUTOLIM.	
			Anterior	Acumulado	Anterior	Posterior	Terreno	Cañería	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	Cálculo	Adoptado		
1	2	95,46	75,040	75,040	842,11	840,14	0,0206	0,0206	841,51	839,54	0,60	0,60	216	250	315	verifica
2	3	114,33	75,040	75,040	840,14	837,20	0,0257	0,0257	839,54	836,60	0,60	0,60	207	250	315	verifica
3	4	32,81	75,040	75,040	837,20	836,64	0,0171	0,0171	836,60	836,04	0,60	0,60	224	250	315	verifica
4	5	138,52	75,040	75,040	836,64	835,39	0,0090	0,0090	836,04	834,79	0,60	0,60	252	315	315	verifica
5	6	140,95	75,040	75,040	835,39	834,59	0,0057	0,0057	834,79	833,99	0,60	0,60	275	315	315	verifica
6	7	138,35	75,040	75,040	834,59	832,64	0,0141	0,0141	833,99	832,04	0,60	0,60	232	250	315	verifica
7	8	152,69	75,040	75,040	832,64	830,62	0,0132	0,0132	832,04	830,02	0,60	0,60	235	250	315	verifica
8	9	128,59	75,040	75,040	830,62	825,01	0,0436	0,0436	830,02	824,41	0,60	0,60	188	200	315	verifica
9	10	128,51	75,040	75,040	825,01	816,80	0,0639	0,0639	824,41	816,20	0,60	0,60	175	200	315	verifica
10	11	81,12	101,500	101,500	816,80	813,86	0,0362	0,0362	816,20	813,26	0,60	0,60	217	250	315	verifica
11	12	141,06	101,500	101,500	813,86	810,29	0,0253	0,0253	813,26	809,69	0,60	0,60	233	250	315	verifica
12	13	125,23	101,500	101,500	810,29	807,48	0,0224	0,0224	809,69	806,88	0,60	0,60	238	250	315	verifica
13	14	161,72	101,500	101,500	807,48	808,63	-0,0071	0,0035	806,88	806,31	0,60	2,32	337	355	355	verifica
14	15	122,63	101,500	101,500	808,63	804,80	0,0312	0,0172	806,31	804,20	2,32	0,60	250	315	355	verifica
15	16	20,85	111,870	111,870	804,80	802,80	0,0959	0,0700	803,65	802,20	1,15	0,60	199	250	355	verifica
16	17	114,07	111,870	111,870	802,80	798,50	0,0377	0,0377	802,20	797,90	0,60	0,60	224	250	355	verifica
17	18	139,06	111,870	111,870	798,50	788,44	0,0723	0,0723	797,90	787,84	0,60	0,60	198	250	355	verifica
18	19	81,17	111,870	111,870	788,44	775,76	0,1562	0,1562	787,84	775,16	0,60	0,60	172	200	355	verifica
19	20	46,69	111,870	111,870	775,76	773,89	0,0401	0,0401	775,16	773,29	0,60	0,60	221	250	355	verifica
20	21	83,64	111,870	111,870	773,89	776,83	-0,0352	0,0040	773,29	772,95	0,60	3,88	341	355	355	verifica
21	22	74,11	111,870	111,870	776,83	778,77	-0,0262	0,0040	772,95	772,65	3,88	6,12	341	355	355	verifica
22	23	53,02	111,870	111,870	778,77	775,98	0,0526	0,0040	772,65	772,44	6,12	3,54	341	355	355	verifica
23	24	44,65	111,870	111,870	775,98	778,80	-0,0632	0,0040	772,44	772,26	3,54	6,54	341	355	355	verifica
24	25	119,22	111,870	111,870	778,80	772,78	0,0505	0,0040	772,26	771,79	6,54	0,99	341	355	355	verifica
25	26	70,18	111,870	111,870	772,78	768,13	0,0663	0,0606	771,79	767,53	0,99	0,60	205	250	355	verifica
26	27	110,55	111,870	111,870	768,13	757,73	0,0941	0,0915	767,53	757,42	0,60	0,31	190	200	355	verifica
27	28	59,52	117,630	117,630	757,73	758,16	-0,0072	0,0045	757,42	757,15	0,31	1,01	340	355	355	verifica
28	29	61,45	117,630	117,630	758,16	756,53	0,0265	0,0125	757,15	756,38	1,01	0,15	281	315	355	verifica
29	30	89,37	117,630	117,630	756,53	755,40	0,0126	0,0126	756,38	755,25	0,15	0,15	280	315	355	verifica
30	31	34,91	117,630	117,630	755,40	754,00	0,0401	0,0401	755,25	753,85	0,15	0,15	226	250	355	verifica

Ingreso Zonas
A1, B1, B2, C.D, E.F, G, H

J

B3

I

TRAMO	TRAMO	LONG. m	CAUDAL		COTAS TERRENO		PENDIENTE		COTAS CAÑERÍA		TAPADA		DIAMETRO		VEL. MIN. AUTOLIM.	
			Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	Terreno	Cañería	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	Cálculo	Adoptado		Adoptado
31	32	1078	117,630	117,630	754,00	753,05	0,0216	0,0216	753,85	752,90	0,15	0,15	253	315	355	verifica
32	33	1078	117,630	117,630	753,05	752,24	0,0230	0,0230	752,90	752,09	0,15	0,15	250	315	355	verifica
33	34	1082	117,630	117,630	752,24	753,60	-0,0158	0,0045	752,09	751,71	0,15	1,89	340	355	355	verifica
34	35	1083	117,630	117,630	753,60	752,91	0,0130	0,0045	751,71	751,47	1,89	1,44	340	355	355	verifica
35	36	1083	117,630	117,630	752,91	750,82	0,0381	0,0145	751,47	750,67	1,44	0,15	273	315	355	verifica
36	37	1084	120,740	120,740	750,82	749,41	0,0403	0,0025	748,17	748,08	2,65	1,33	383	400	400	verifica
37	38	1099	120,740	120,740	749,41	748,44	0,0146	0,0025	748,08	747,92	1,33	0,52	383	400	400	verifica
38	39	1099	120,740	120,740	748,44	748,44	0,0000	0,0025	747,92	747,80	0,52	0,64	383	400	400	verifica
39	40	1101	120,740	120,740	748,44	747,32	0,0530	0,0296	747,80	747,17	0,64	0,15	241	315	400	verifica
40	41	1102	120,740	120,740	747,32	747,54	-0,0100	0,0025	747,17	747,12	0,15	0,42	383	400	400	verifica
41	42	1103	120,740	120,740	747,54	747,21	0,0091	0,0025	747,12	747,03	0,42	0,18	383	400	400	verifica
42	43	1104	120,740	120,740	747,21	746,88	0,0100	0,0090	747,03	746,73	0,18	0,15	301	315	400	verifica
43	44	1107	120,740	120,740	746,88	745,57	0,0446	0,0446	746,73	745,42	0,15	0,15	223	250	400	verifica
44	45	1107	120,740	120,740	745,57	745,65	-0,0051	0,0025	744,41	744,37	1,16	1,28	383	400	400	verifica
45	46	1113	120,740	120,740	745,65	745,07	0,0954	0,0025	744,37	744,36	1,28	0,71	383	400	400	verifica
46	47	1114	120,740	120,740	745,07	745,79	-0,0114	0,0025	744,36	744,20	0,71	1,59	383	400	400	verifica
47	48	1117	120,740	120,740	745,79	744,40	0,0203	0,0025	744,20	744,03	1,59	0,37	383	400	400	verifica
48	49	1119	120,740	120,740	744,40	744,84	-0,0154	0,0025	744,03	743,96	0,37	0,88	383	400	400	verifica
49	50	1120	120,740	120,740	744,84	744,47	0,0051	0,0025	743,96	743,77	0,88	0,70	383	400	400	verifica
50	51	1123	120,740	120,740	744,47	744,00	0,0074	0,0025	743,77	743,62	0,70	0,38	383	400	400	verifica
51	52	1125	120,740	120,740	744,00	744,26	-0,0049	0,0025	743,62	743,48	0,38	0,78	383	400	400	verifica
52	53	1127	120,740	120,740	744,26	743,63	0,0054	0,0025	743,48	743,19	0,78	0,44	383	400	400	verifica
53	54	1130	120,740	120,740	743,63	742,64	0,0130	0,0092	743,19	742,49	0,44	0,15	300	315	400	verifica
54	55	1131	120,740	120,740	742,64	743,26	-0,0163	0,0025	742,49	742,40	0,15	0,86	383	400	400	verifica
55	56	1133	120,740	120,740	743,26	740,98	0,0339	0,0233	742,40	740,83	0,86	0,15	252	315	400	verifica
56	57	1136	120,740	120,740	740,98	740,78	0,0040	0,0040	740,83	740,63	0,15	0,15	351	400	400	verifica
57	58	1137	120,740	120,740	740,78	739,33	0,0305	0,0305	740,63	739,18	0,15	0,15	240	250	400	verifica
58	59	1138	120,740	120,740	739,33	739,66	-0,0105	0,0025	739,18	739,10	0,15	0,56	383	400	400	verifica
59	60	1139	120,740	120,740	739,66	736,78	0,0333	0,0286	739,10	736,63	0,56	0,15	243	315	400	verifica
60	61	1140	120,740	120,740	736,78	735,79	0,0304	0,0304	736,63	735,64	0,15	0,15	240	250	400	verifica
61	62	1143	120,740	120,740	735,79	735,61	0,0025	0,0025	735,64	735,46	0,15	0,15	383	400	400	verifica
62	63	1145	120,740	120,740	735,61	734,41	0,0319	0,0319	735,46	734,26	0,15	0,15	238	250	400	verifica
63	64	1147	120,740	120,740	734,41	734,98	-0,0265	0,0025	734,26	734,21	0,15	0,77	383	400	400	verifica

Ingreso Zonas

A2

TRAMO	TRAMO		LONG. m	CAUDAL		COTAS TERRENO		PENDIENTE		COTAS CAÑERÍA		TAPADA		DIAMETRO		VEL. MIN. AUTOLIM.
	1147	1150		Anterior	Acumulado	Anterior	Posterior	Terreno	Cañería	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	Cálculo	Adoptado	
63	1147	1150	21,51	120,740	120,740	734,41	734,98	-0,0265	0,0025	734,26	734,21	0,15	0,77	383	400	verifica
64	1150	1156	95,59	120,740	120,740	734,98	732,38	0,0272	0,0207	734,21	732,23	0,77	0,15	258	400	verifica
65	1156	1160	42,76	120,740	120,740	732,38	730,85	0,0358	0,0358	732,23	730,70	0,15	0,15	233	400	verifica
66	1160	1173	25,79	120,740	120,740	730,85	731,46	-0,0237	0,0025	728,74	728,67	2,11	2,79	383	400	verifica
67	1173	1174	50,73	120,740	120,740	731,46	730,28	0,0233	0,0025	728,67	728,55	2,79	1,73	383	400	verifica
68	1174	1178	45,34	120,740	120,740	730,28	729,65	0,0139	0,0025	728,55	728,43	1,73	1,22	383	400	verifica
69	1178	1185	122,80	120,740	120,740	729,65	729,15	0,0041	0,0025	728,43	728,13	1,22	1,02	383	400	verifica
70	1185	1188	17,94	120,740	120,740	729,15	726,90	0,1254	0,0765	728,13	726,75	1,02	0,15	202	400	verifica
71	1188	1199	30,40	126,480	126,480	726,90	727,31	-0,0135	0,0025	725,45	725,38	1,45	1,93	390	400	verifica
72	1199	1203	99,80	126,480	126,480	727,31	727,37	-0,0006	0,0025	725,38	725,13	1,93	2,24	390	400	verifica

Ingreso Zonas

6 ESTACIÓN DE BOMBEO (EB2)

La llegada de la cloaca máxima a la planta de tratamiento lo hace con una cota de intradós de 725,13 m y la cámara de carga de inicio del proceso de tratamiento está a 744,00 m. Por este motivo es necesario la impulsión de los líquidos por medio de una estación de bombeo.

El dimensionamiento de la EB2 y el conducto de impulsión se realiza por el siguiente esquema de cálculo.

DATOS:

a) Caudales

$Q_{e10} =$	77,11	lts/seg	277,60	m^3/h
$Q_{e20} =$	145,07	lts/seg	522,25	m^3/h
$Q_{b0} =$	17,05	lts/seg	61,38	m^3/h

b) Cotas

Terreno E° B°	727,30	m	Intradós conducto de llegada	725,13	m
Terreno descarga	741,00	m	Cámara de carga	744,00	m

Diámetro cañería de llegada = 0,400 m

MEMORIA DE CÁLCULO

1.- Estación de Bombeo Tipo - Dos bombas funcionando con una de reserva

1.1 Caudal de la bomba para el año final

$m =$ factor de bombeo $1,00 < m < 1,10$ se adopta $m = 1,05$
 $Q_{B20} = m \times Q_{E20} = 548,36 \text{ m}^3/h$

Caudal nominal de cada bomba para la altura manométrica de diseño (Q')

$$Q' = 0,5 \times Q_{B20} = 274,18 \text{ m}^3/h$$

1.2 - Caudal de bombeo para primera etapa

$$Q_{B10} = m \times Q_{E10} = 291,48 \text{ m}^3/h$$

1.3 - Frecuencia máxima admisible de arranques / hora en función de la potencia (normas ENOHSa)

$$P/ \text{ bombas} < a \text{ 15 CV} \quad f_{\text{max.}} = 6 \text{ a/h}$$

1.4 - Volúmen útil de la cámara húmeda

Volumen útil para el ciclo de 1 bomba

$$V1 = \frac{1,15 \times Q'}{4 \times f \text{ máx}} = 13,14 \text{ m}^3$$

Volumen adicional para el ciclo de 2 bombas

$$V2 = 1,15 \times 0,4 \times V1 = 6,04 \text{ m}^3$$

Volumen útil total de la cámara húmeda

$$Vt = V1 + V2 = 19,18 \text{ m}^3$$

1.5 - Dimensionamiento de la cámara húmeda

hu =	1,20 m	sección =	15,98 m ²
a =	3,50 m	se adopta	
b =	4,57 m	se adopta	
hf =	0,55 m	altura mínima de funcionamiento de la bomba (función tipo de bomba)	

1.6 - Volumen de fondo y cotas de cálculo

Vf = hf x a x b =	8,79 m ³	
cota de altura útil =		724,18 m
cota de altura de volúmen de fondo =		722,98 m
cota de fondo estación de bombeo =		722,43 m

1.7 - Tiempo de permanencia hidráulica

$$t_{s \text{ máx}} = \frac{V_1}{Q_{B0}} + \frac{Vf}{Q_{b10} - Q_{B0}} + 0,5 \frac{V_1}{Q_{B0}} \leq 0,5 h_s. < 0,50 \text{ h}$$

ts máx = 0,28 h VERIFICA

2.- Conducto de impulsión

2.1 - parámetros de diseño

Longitud:	173 m
Caudales	
QB ₂₀ =	548,36 m ³ /h 274,18

2.2 - Dimensionamiento de la cañería

Utilizando las formulas de SCIMENI

Adoptando:

Diámetro: 0,300 m

Obtenemos:

Pérdida de Carga: 0,0109 m/m

Velocidad: 2,16 m/seg

Verificación:

De acuerdo a la Norma del ENOHSa se verifica la velocidad del escurrimiento para el caudal de bombeo al año 10, que debe ser mayor o igual a 0,9 m/seg

$QB_{10} = 291,48 \text{ m}^3/\text{hs}$
 Pérdida de Carga: 0,0035 m/m
 Velocidad: 1,15 m/seg > 0,9 m/seg **VERIFICA**

2.3 - Pérdida de carga del conducto de impulsión

a.- Distribuida (Pd) $Pd = L \times j$
 L: 177,30 m
 J: 0,011 m/m
 Pd = 1,93 m

b.- Localizada (P_{Loc}) $P_{Loc} = K V^2 / 2 g$

		$V^2 / 2 \times g$
Impulsión V:	4,31 m/seg	0,95
Acometida V1:	3,27 m/seg	0,55

g: 9,81 m/seg²
 K: coeficiente en función de la singularidad

Pieza	Nº	K	Total	$P_{Loc} (m)$
Curva 90°	2	0,40	0,80	0,44
Curva 45°	2	0,20	0,40	0,38
Ramal Y	1	0,11	0,11	0,10
Válvula retención	1	2,50	2,50	2,37
Válvula Esclusa	1	0,20	0,20	0,19
Sumatoria				3,48

3.- Altura Manométrica (H_{man})

$$H_{man} = \Delta_{geom} + \Delta_{dist} + \Delta_{loc}$$

Desnivel Geométrico (D_{geo}): 21,03 m
 Pérdida de carga distribuida: 1,93 m
 Pérdida de carga localizada: 3,48 m

$$H_{man} = 26,43 \text{ m}$$

d- Golpe de Ariete

L	(longitud cañería de impulsión)	173 m	
D	(diámetro de la impulsión)	0,300 m	
V	(velocidad de escurrimiento)	2,16 m/seg	
c	(celeridad de la cañería, PVC cl 6)	280 m/seg	
Tc	(tiempo crítico)	1,24 seg	
Hest	(altura estática)	21,03 m	
C	(constante de Mendiluce)	1,00	
k	(coef de Mendiluce)	1,91	$K = 2 - 0,0005 * L$

1ª Etapa

Qb10		274,18 m ³ /h	
V		3,48 m/seg	
Hman		26,43 m	
T	(tiempo de cierre de la instalación)	5,44 seg	$T = C + [k L V / (g Hman)]$
T > Tc	(cierre lento)		
^H	(Golpe de ariete)	4,64 m	$^H = 2 L V / g Tc$ (Michaud)
Ht	(sobrepresión total)	31,07 m	$Ht = Hman + ^H$
Dt	(depresión total)	21,79 m	$Dt = Hman - ^H$

Considerando un corte de energía (caso más desfavorable)

^H	(Golpe de ariete)	99,20 m	$^H = c V / g$ (Alievi)
Ht	(sobrepresión total)	125,63 m	$Ht = Hman + ^H$
Dt	(depresión total)	-10,00 m	$Dt = Hman - ^H$

2º Etapa

Qb 20		548,36 m ³ /h	
V		2,16 m/seg	
Hman		26,43 m	
T	(tiempo de cierre de la instalación)	3,75 seg	$T = C + [k L V / (g Hman)]$
T > Tc	(cierre lento)		
^H	(Golpe de ariete)	20,26 m	$^H = 2 L V / g Tc$ (Michaud)
Ht	(sobrepresión total)	46,69 m	$Ht = Hman + ^H$
Dt	(depresión total)	6,17 m	$Dt = Hman - ^H$

Considerando un corte de energía (caso más desfavorable)

^H	(Golpe de ariete)	61,51 m	$^H = c V / g$ (Alievi)
Ht	(sobrepresión total)	87,94 m	$Ht = Hman + ^H$
Dt	(depresión total)	-10,00 m	$Dt = Hman - ^H$

Se adopta un conducto de impulsión de P.V.C. de DN 300 mm.

CARACTERISTICAS -EB2

dimensiones

a =	3,50 m	
b =	4,57 m	
hu =	1,20 m	altura útil
hf =	0,55 m	altura fondo
ht =	4,87 m	altura total
Hman =	26,43 m	altura manométrica

bombas seleccionadas (hasta el año 10)

Cantidad =	1	en funcionamiento
	1	reserva
Caudal de bombeo =	$Q_{b10} =$	291,48 m ³ /h
Altura de impulsión =		26,43 m
marca =		
modelo =		
potencia =	Kw	
r.p.m		

Para el final del período de diseño se deberá agregar una bomba de la mismas características, quedando 2 en funcionamiento y 1 en reserva

7 PLANTA DEPURADORA DE LÍQUIDOS CLOACALES

7.1 CÁMARA DE CARGA, REJAS, DESARENADORES, DESCARGA DE CAMIONES ATMOSFÉRICOS Y TAMICES ESTÁTICOS.

La cámara de carga recibirá el líquido de la estación de la EB2 que elevará el líquido a un nivel hidráulico que permita iniciar el proceso de tratamiento por gravedad a través de las distintas unidades, pasando por medio de vertedero rectangular al desarenador conformado por dos (2) canales rectangulares controlando su velocidad interna a través de un vertedero proporcional Rettger colocado a la salida del mismo, de manera que se mantenga aproximadamente constante e igual a 0,30 m/s. Esta velocidad permitirá que sedimento solamente los sólidos gruesos contenidos en el afluente a la planta depuradora.

En los canales se colocarán rejas de limpieza manual para cada uno de ellos y un tercer canal también con reja de limpieza manual que funcionará como by pass. Las rejas tendrán una separación entre barrotes de 20 mm.

El sistema prevé en las instalaciones de la Planta Depuradora recibir los líquidos cloacales provenientes de los sistemas individuales (cámaras sépticas y pozos absorbentes) de la población que no se encuentra servida por la red colectora cloacal para su disposición sanitaria, generando un lugar con condiciones de higiene y seguridad que reducirá el impacto ambiental que pudieran producir los líquidos septizados y será una herramienta que valorizará el servicio que las empresas desagotadoras de la zona y otras localidades vecinas prestan.

La descarga de los camiones atmosféricos se efectuará en la planta Depuradora previo al sistema de rejas de limpieza manual del Desarenador.

Para la descarga se ha previsto las vías de acceso y circulación de los camiones, plataforma de descarga y los puntos de vuelco. Se construirá una dársena que permite el vaciado de un camión con lugar para otro en espera y un lugar destinado al lavado de camiones vacíos.

Los líquidos que podrán descargarse dentro del establecimiento deben cumplir ciertas condiciones, y se prevé que los camiones, al acceder a su turno, sean inspeccionados por el personal, que tomará una muestra del líquido transportado, para ser codificada y analizada a fin de verificar las características del fluido transportado. En el caso de que se cumplan con las condiciones exigidas se procede a realizar la descarga.

Es que, por ejemplo, no se aceptarán cargas que contengan ácidos, álcalis, sangre, licores de curtiembres, baños de cromados, líquidos y semisólidos ácidos o alcalinos, hidrocarburos, aceites y grasas, solventes, cromo, plomo y otros metales pesados, cianuros, pesticidas, así como los

provenientes de la limpieza de cámaras de lavaderos de vehículos, rectificadoras de motores, estaciones de servicio, talleres de cromado, fábricas de mosaicos o de pinturas y resinas. Tampoco se permitirá la descarga de líquidos de origen sanitario cuando estuvieran mezclados con efluentes industriales, entre otros requisitos.

La operación principal consiste en conectar la manguera del camión a la instalación de descarga.

Antes de dejar el predio, los camiones pasan al puesto de lavado, donde serán rociados con agua a presión a fin de arrastrar restos de la superficie externa del camión. Esta agua de lavado será conducida al sistema de tratamiento.

Estas unidades son dimensionadas para el final del período de diseño Q_{E20} y verificadas con el caudal mínimo del año 0, Q_{L0} .

Para la deshidratación de la arena y posterior extracción, se colocarán dos playas de deshidratación contiguas a los desarenadores de las siguientes características, para 7 días de deshidratación y limpieza.

CALCULO DE REJAS LIMPIEZA MANUAL

Caudales de Proyecto

$Q_{m\acute{a}x}$	m3/seg	0,152	Q_{E38}	145,07	l/seg
Q_{L0}	m3/seg	0,081	Q_{B0}	77,11	l/seg

Predimensionado del Canal de aproximación

Manning	$Q_{max} = (A \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}) / n$	0,161	m3/seg
	n: coef manning para H^0	0,014	
	Area (A) = a * h	0,18	
	a (m)	0,90	
	h_{max} (m)	0,20	(*) p/salto de fondo canal p/que verifique
	$P_m = 2 h_{max} (m) + a(m)$	1,30	
	$R = A / P_m$	0,14	
	$R^{2/3}$	0,27	
	j: pendiente	0,0022	
	$j^{1/2}$	0,05	

Velocidad de aproximación (U_a)	0,45	verifica
Velocidad de pasaje reja p/ Q_{min} (U_p)	0,63	verifica
Velocidad de pasaje reja p/ Q_{max} (U_p)	1,18	verifica
Relación de espacios vacíos de la reja	0,71	m
Pérdida de carga para reja limpia (J_{rl})	0,0142	m
Tirante líquido en el canal de aproximación (ha)	0,20	m
Tirante líquido en el canal de salida (hs)	0,19	m

Pérdida de carga máx adm p/ reja sucia (Jrsmax) 0,30 m p/sist de limpieza manual y mecánico

Predimensionado de la Reja FINA

Tipo	fina	
	separación (s mm)	25,00
	espesor barroto (e mm)	10,00
	Profundidad (p mm)	30,00
	Inclinación (°)	60,00

CALCULO DESARENADOR

Desarenador - Rettger

nr = número de desarenadores adoptados = 2
 nd = número de desarenadores para caudal mínimo = 1
 $Q_{\text{máx des}}$ = caudal máximo desarenador = 0,152 m³/s
 $Q_{\text{mín des}}$ = caudal mínimo por desarenador = 0,081 m³/s

$Q = C * bv * (2 * g * a)^{0.5} * (h - a / 3) =$ caudal de escurrimiento =

C = coeficiente de gasto del vertedero = 0,62
bv = ancho del sector inferior del vertedero, adoptado = 0,60 m
 g = aceleración de la gravedad = 9,81 m/s²
 a = altura sector rectangular = 0,03 m

$h_{\text{máx}}$ = tirante líquido máximo sobre el vertedero [m] = 0,55 m
 291 m³/h

$h_{\text{mín}} = (Q_{\text{mín}} / (C * bv * (2 * g * a)^{0.5})) + a / 3 =$ 0,30 m

L = 22,5 * h = longitud de la zona de sedimentación en el desarenador = 12,33 m

Ladpotado = 14,00 m

B_d = ancho del desarenador adoptado = 0,90 m

v_s = velocidad canal sedimentación = 0,31 m/s

T_s = tasa superficial = 1044,50 m³/m²/d

A continuación, para el desbaste de sólidos gruesos se utilizarán tamices estáticos, en un total de cuatro (4) instalándose en primera etapa la cantidad de dos (2) sobre una plataforma de hormigón con la interconexión de las cañerías correspondiente de acuerdo a las siguientes características.

- Tipo de Efluente: Aguas Servidas Cloacales para Planta de Tratamiento.
- Temperatura: Ambiente
- Caudal Diseño: 550 m³/h

- Caudal Máximo: $140 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 = 560 \text{ m}^3/\text{h}$
- Sólidos Secos: NI
- G y Aceites: NI
- PH: NI
- Medio Filtrante: Malla de Ranura Continua
- Ranura: 1.75 mm
- **Promedio Tamaño de Sólidos a Retener > 1.75 mm**

7.2 ZANJA DE OXIDACIÓN

Dimensionamiento:

Se construirán en una primera etapa, dos zanjas de oxidación con capacidad de tratamiento de $2.785 \text{ m}^3/\text{día}$ cada uno y en una segunda etapa, se realizará otra de iguales características. Cada unidad estará constituida por cuatro canales en paralelo, conectados en uno de sus extremos por un semicírculo mayor, y en el otro, por dos semicírculos menores que abarcarán a dos canales cada uno. El ancho de cada canal será de 4,00 m, el tirante líquido de 5,00 m y la longitud del sector recto de la zanja de 27,00 m.

El dimensionamiento se realiza de acuerdo a los siguientes pasos de cálculo:

ZANJA DE OXIDACION PROFUNDA - CARROUSEL

Parámetros de Diseño

Cantidad de Modulos

3,00

Caudal de Diseño (QD)

96,713 lts/seg

$Q_C = Q_{C38}/3$

24,80 lts/seg

Q_{D38}

32,24 lts/seg

DBO_5 Afluente

250,000 mg/lts

Carga Orgánica másica (Cm) - de Norma

0,06 Kg $DBO_5/\text{día} \cdot \text{Kg}$
SSTA

Sólidos Susp. Totales en TA (X) - De Norma

3,50 kg SSTA/ m3

Temp media del agua

15,000 °C

Eficiencia del Proceso

0,92

Carga Orgánica Volumétrica (Cv)= Cm*X

0,20 Kg $DBO_5/\text{día} \cdot \text{m}^3$

Concentración Orgánica Líquido cloacal Afluente (Sa)

0,250 Kg DBO_5/m^3

Carga orgánica diaria aplicada TA (La)= Qd*Sa

640,63 Kg $DBO_5/\text{día}$

Tiempo de residencia celular (θ_c)

20 días

Diseño de la Cámara

Volumen Tanques de Aireación (V)= La/Cv

3155,81 m3

Tiempo de Aeración - Permanencia (Tp)= V/Q de 12 a 36 horas por norma	19,88	hs
H = tirante líquido de la zanja =	5,00	m
B1 = ancho de fondo de la zanja =	4,00	m
i = pendiente de los taludes [1/x] x =	0,00	
B = ancho medio del canal =	4,00	m
B2 = ancho superficie líquida =	4,00	m
Ho = revancha =	0,50	m
Ht = altura total = H + Ho =	5,50	m
Bo = ancho en el coronamiento =	4,00	m
e = espesor muros internos =	0,20	m
R1 = Radio del sector semicirc menor	4,00	m
A1 = area total sector semicirc menor =	50,27	m ²
V1 = A1 * H = Volumen sector semicirc menor =	251,33	m ³
R2 = Radio del sector semicirc mayor	8,00	m
A2 = Area sector semic mayor =	150,80	m ²
V2 = Volumen sector semic mayor =	753,98	m ³
Vr = volumen sector recto =	2150,50	m ³
Ar= Area sector recto	430,10	m ²
nc = número de calles por tanque =	4,00	
Lr = Long sector recto =	26,88	m
Lr = Long sector recto = adoptado	27,00	m
L = Longitud eje medio =	145,70	m
Bz = ancho total de cada unidad = 4*Bo+3*e =	16,60	m
Oxígeno a incorporar (DO) AOR - Por Norma Enohsa	1.435,55	Kg O ₂ /d

7.2.1 Demanda de Oxígeno para el Cálculo de los aireadores:

Se determina primeramente la demanda de oxígeno en condiciones estándar, y posteriormente se corrige de acuerdo a las condiciones de campo. A continuación, se desarrolla la necesidad de oxígeno total por cada una de las zanjas de aireación:

Diseño del Sistema de Aireación

Relación de eficiencia en transferencia de O ₂	Z	0,6543	mg O ₂ /l
- Relación de velocidad de transferencia de O ₂	α	0,80	Kg O ₂ /KW h
- Relación de concentración de saturación de O ₂	β	0,95	
- Temperatura media del líquido en el mes más caliente	T	25	C°

- Concentración de saturación de O ₂ en líquido cloacal	Csc	7,95	mg O ₂ /l
- Concentración media de O ₂ disuelto	OD	1,00	mg O ₂ /l
- Concentración de O ₂ en condiciones estándar	Css	9,02	mg O ₂ /l
Oxígeno real a incorporar COR	2193,95		KgO ₂ /d

7.2.2 Dimensiones del Equipamiento - Aireadores

Se adoptan difusores de membranas tubulares, alimentados a través de cuatro (4) sopladores por zanja. La velocidad mínima de circulación del líquido en la zanja será proporcionada por mezcladores tipo mixer. Estos deberán permitir una buena mezcla hidráulica, de manera de conseguir una velocidad horizontal en los canales, mayor a 0,30 m/s. El cálculo de la cantidad y potencia de los mismos, se describe a continuación:

Para Sopladores

COR = consumo real de oxígeno =	2.193,95	KgO ₂ /d
T ₂ = Temperatura media mes más frío =	10,00	°C
Densidad aire =	1,25	Kg/m ³
SOTE %/m = transferencia de oxígeno máxima por metro de profundidad =	5,5	%/m
hta = profundidad del TA =	5,0	m
% de Transferencia para condiciones Standard =	27,5	%
Masa de O ₂ introducida =	7.978	KgO ₂ /d
Cantidad de O ₂ en el aire =	23,2%	
Masa de Aire =	34.388	Kgaire/d
Caudal de Aire por TA en Condiciones Normales =	27.572	m ³ /d
Caudal de Aire por TA en Condiciones Normales =	19,15	m ³ /min
Cantidad de sopladores	4	

7.3 SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Se construirán dos (2) sedimentadores secundarios en primera etapa, y uno en segunda. Serán circulares con un diámetro de 15,00 metros c/u con un tirante líquido de 3,00 m. El líquido ingresa a la unidad por una torre central y una vez sedimentado, egresa por medio de vertederos triangulares colocados en las pantallas dispuestas en todo el perímetro de las unidades, recibido por un canal colector desde donde será enviado al tratamiento terciario. El barro de fondo acumulado en la tolva central será extraído y enviado a la estación de bombeo de recirculación de barros en exceso del secundario.

El equipo estará compuesto de puente pasarela, sistema barredor de fondo, sistema barredor de superficie, sistema de giro, caja de rodamiento, sistema colector y escobillas, ruedas de tracción, pantalla central, pantalla vertedero y pantalla perimetral.

A continuación, se presenta el cálculo de un sedimentador dado que los dos son iguales:

SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Caudal Afluente (Q_{D38})	Qaf	2785,35	m3/dia	
[] Sólidos Susp. Totales en TA (X)		3,50	kg SSTA/ m3	
[] SS totales en la Tolva (Xr)		8,00	kg SSTA/ m3	
Indice de compactación del lodo (C)	Xr / X	2,29		
Recirculación de diseño (r)	1 / c -1	0,78		
Caudal de Recirculación (Qr)	r x Q	2166,38	m3/dia	
Caudal de diseño (QIII)	QIII	4951,72	m3/dia	
Carga Superf másica (Css)	para Qc38	180,00	kg SS/d *m2	de norma
Carga superficial hidráulica (Vo)	Vo	24,00	m3/m2 día	
Factor corrección por vertedero Fv		1,00	tipo Dortmund	
Factor corrección por temp Ftx		1,08	por norma	
Carga Masica		27079,75	kg SS/d	
Area Superficial con Css (med)	A1	173,59	m2	
Area Superficial con Css (max)	A2	150,44	m2	
Area Superficial con Vo (med)	A3	95,97	m2	
Area Superficial con Vo (max)	A4	74,86	m2	
Diámetro de la mayor AS		14,87	m	
Diametro adoptado	(D)	15,00	m	
Area Superficial corregida		176,72	m2	
Tirante (h) - De Norma	(h)	3,00	m	
Volumen	(V)	530,15	m3	
Tiempo de permanencia (tp)	Tp	2,57	hs.	
Tiempo de permanencia (tp) p/Qc20		3,34	hs.	>1,5 h por Norma
Longitud del vertedero de rebose	Lv	47,12	m	
Carga hidráulica unitaria vertedero de salida	qv	136,60	m3/d m	Verifica <=290 m3/d m de Norma
Especificar tipo de vertedero			Vertedero dentado	

7.4 DISPERSORES

Para la dispersión del coagulante en el líquido a tratar es necesarios una mezcla rápida de ambos componentes, para ello se utiliza un tanque y un agitador vertical de alto gradiente accionados mediante motor que hace girar un eje con dos paletas horizontales, se adoptan tres módulos (dos en primera etapa) previos a los floculadores.

La rutina de cálculo y el dimensionamiento del sistema por cada dispersor se encuentra desarrollado a continuación:

CÁMARA DE DISPERSION

Caudal de diseño $Q_{D38} =$ 32,24 l/seg c/u
 Permanencia T_p 30,00 seg

a) Volumen $V_c = QD \times t_p$ 0,97 m³

Del manual del CEPIS - Arboleda Valencia

G (gradiente) entre 200 y 300 seg⁻¹

t_p e/ 15 a 30 seg

Factor de servicio (ft) de 1,25 a 1,50

El producto $G \times t_p$ e/ 3000 a 9000

Adoptamos:

Sabiendo que:

$G \times t_p$ 6000,00
 t_p 30,00 seg
 G 200,00 seg⁻¹

Viscosidad absoluta μ 0,01 p/ 15° c
 β 292,71

$$G = \sqrt{\frac{981}{\mu}} \times \sqrt{P} = \beta \times \sqrt{P}$$

b) Potencia por Und. de volumen (P)

0,47 gr cm/seg cm³

4,67 kgm / seg

0,06 HP / m³

$$P = \frac{G^2}{\beta^2}$$

Potencia absorbida por el volumen de esta cámara (Pt)

0,06 HP

c) Relaciones geométricas de la cámara de mezcla

Será circular con una relación diámetro / alto igual a 1.2

$D_t =$ 1,01 adoptamos 0,85 m

$H =$ 1,02 m

7.5 FLOCULADORES MECANIZADOS

Para la floculación, se adoptan tres módulos (dos en primera etapa), adquiriendo cada uno un esquema de tres cámaras en serie, con mezcladores de superficie, accionados mediante moto – reductores que hacen girar sus paletas verticales que genera el gradiente necesario para la conformación del floc antes de ingresar al sedimentador. Los gradientes de mezcla irán disminuyendo a medida que el líquido avance en el proceso.

Las paletas agitadoras, estarán constituidas por seis tablas verticales desfasadas radialmente, colocadas simétricamente de a tres, con respecto al eje central de rotación.

La rutina de cálculo y el dimensionamiento del sistema por cada floculador, se encuentra desarrollado a continuación:

CÁMARA DE FLOCULACION

A la salida del dispersor dividimos el caudal en dos para el proceso de coagulación con 3 cámaras cuadradas con un agitador por cámara

Caudal de diseño Q_{D38}		32,24	l/seg		116,056052	m ³
Permanencia T_p		0,50	hs.			
Agitadores de eje vertical						
Nº de compartimentos		3,00				
Profundidad (h)		2,50	m			
Volumen Total (Vt)	$Q_{c10} \times T_p$	58,03	m ³			
Superficie Total	V_t / h	23,21	m ²			
Superficie de c/ cámara	$S_c = S_t / 3$	7,74	m ²		serán cámaras de 1.67 metros de largo	
Volumen de c/ cámara	$V_c = V_t / 3$	19,34	m ³		por 3 metros de ancho	
		9,67				
Dimensiones						
Adoptamos	h=	2,50				
	a=	2,78				
	L=	2,78				

El área transversal de la cámara será $3 \times 1.7 = 5.10$ m²

Área de las Paletas

Área transversal de la cámara S_t	6,95	m ²	
Área total de las paletas S_p	1,39	m ²	Se adopta un 20% S_t

Se colocarán un equipo agitador, de eje vertical en cada compartimento. Cada agitador tendrá 6 paletas en línea, ubicadas tres de cada lado del eje

Área de c/paleta A_p	$S_p / 6$	0,23	m ²	
Largo de las paletas L		1,90	m	ubicadas a 30 cm del fondo y a 30 cm
Ancho de las paletas a		0,12	m	de la superficie de la cámara

El diámetro máximo de la paleta exterior de acuerdo a lo recomendado por Acevedo Neto debe variar entre 0.80 y 0.95 de su longitud.

Diámetro d	$(0.95 \times L)$	1,52	m
Radio al eje		0,76	m

Factor de Forma del floculador

r_1 (paleta más alejada)	0,76	m
r_2	0,51	m
r_3	0,25	m

La suma de sus áreas por el radio al cubo será:	0,204
	0,060
	0,008
sumatoria $A_p r^3 =$	0,271

Considerando que tiene 1 agitador por compartimento y tomando un coeficiente alfa= 8000, el factor de forma resulta:

$$F = 8000 \times \text{sumatoria } A_p r^3 / V_c = 112,23 \quad 1 \text{ agitador}$$

$$\text{Gradiente de velocidad de diseño } G = 7,180 \text{ s}^{-1}$$

$\rho =$	1	kg/m ³	
gravedad	9,81	m/s ²	
$\mu =$	1,308	N.S/m ³	
$V =$	19,34	m ³	
$C_d =$	1,4127642		coeficiente de arrastre en f de (b y B)
$K =$	0,25		
$n =$	0,25	rps	velocidad de rotación conjunto eje-paletas
$b =$	0,12	m	ancho de cada paleta
B_1	1,90	m	longitud de cada paleta
paletas	6	un	

Potencia suministrada al eje

$P =$	1304,23	W
	1,75	HP

Potencia nominal del motor

$P_m =$	1449,15	W
	1,94	HP

7.6 SEDIMENTADORES TERCIARIOS

Se construirán dos (2) sedimentadores Terciarios en primera etapa, y uno en segunda. Serán circulares con un diámetro de 11,00 metros c/u con un tirante líquido de 3,00 m. El líquido ingresa a la unidad por una torre central y una vez sedimentado, egresa por medio de vertederos triangulares colocados en la pantalla dispuesta en todo el perímetro de las unidades, recibido por un canal colector desde donde será enviado a los filtros lentos. El barro de fondo acumulado en la tolva central será extraído y enviado a la estación de bombeo de recirculación de barros en exceso del terciario.

El equipo estará compuesto de puente pasarela, sistema barredor de fondo, sistema barredor de superficie, sistema de giro, caja de rodamiento, sistema colector y escobillas, ruedas de tracción, pantalla central, pantalla vertedero y pantalla perimetral.

El dimensionamiento por sedimentador, se encuentra desarrollado en la siguiente rutina de cálculo:

SEDIMENTADOR TERCIARIO

Caudal a tratar	Q_{D38}	2785,35	m ³ /dia
	Q_{C38}	2142,57	m ³ /dia
[] Sólidos Susp. Totales en TA (X)		3,50	kg SSTA/ m ³
[] SS totales en la Tolva (Xr)		8,00	kg SSTA/ m ³
Indice de compactación del lodo (C)	X_r / X	2,29	
Recirculación de diseño (r)	$1 / c - 1$	0,78	
Caudal de recirculación (Qr)	$r \times Q_c$	1666,45	m ³ /dia
Caudal de diseño QIII		3809,02	m ³ /dia
Carga superficial hidráulica (Vo)		24,00	m ³ /m ² día
Factor corrección por vertedero Fv		1,00	tipo Dortmund
Factor corrección por temp Ftx		1,08	
Área Superficial	A1	95,97	m ²
	A2	74,86	m ²
Diámetro de la mayor AS			
Diámetro		11,05	m
Diámetro adoptado	(D)	11,00	m
Área Superficial corregida		95,03	m ²
Tirante	h	3,00	m
Volumen	Axh	285,10	m ³
Tiempo de permanencia (tp)		1,54	hs
Tiempo de permanencia (tp) p/Qc20		1,79	>1,5 h por Norma
Longitud del vertedero de rebose	Lv	34,56	m
Carga hidráulica unitaria vertedero de salida	qv	80,60	m ³ /d m

7.7 FILTROS LENTOS

La utilización de filtros lentos para mejorar el proceso, y eliminar el efluente de huevos de parásitos y afinar la descarga de fósforo y compuestos nitrogenados al Arroyo Tanti. Los filtros lentos son dimensionados para una velocidad de filtración de $7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ valor aceptable para este tipo de unidades, considerando que funcionarán a pleno únicamente durante el verano, y que se ha previsto adicionalmente, una unidad de reserva.

Filtros Lentos

Q_{ft} = caudal total de filtración =	8356	m^3/d
T_{fl} = tasa de filtración filtros lentos =	7,00	$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$
A_{fl} = área filtro lentos =	1193,72	m^2
n_{fl} = número de filtros lentos adoptados =	4,00	
n_{fr} = número de filtros de reserva =	1,32	
n_{ft} = número de filtros totales =	5,32	
A_{cf} = área de cada filtro =	298,43	m^2
B = ancho filtro =	10	m
L = largo filtro =	30	m
r = relación largo ancho =	2,98	
$T_{fmáxt}$ = tasa para el total de filtros =	7,00	$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$
$N_{f1etapa}$ = número de filtros Primera Etapa =	3,00	
$N_{f2etapa}$ = número de filtros Segunda Etapa =	2,00	

Cálculo Falso Fondo		
Conformación Falso Fondo		
Q_f = caudal de filtración =	0,02	m^3/s
B = ancho canal colector central =	0,60	m
H = altura canal colector central =	0,50	m
v_f = velocidad de escurrimiento canal central =	0,08	m/s
a = separación lateral finales a paredes filtro =	0,50	m
L_l = longitud total a cubrir con laterales =	28,00	m
s_l = separación lateral =	1,00	m
n_l =	29,00	
D = diámetro lateral =	0,05	m
q_l = caudal por cada lateral =	0,42	L/s
v_l = velocidad en cada lateral =	0,21	m/s
$d_{oriflat}$ = diámetro en los orificios laterales =	0,004	m
s_{orif} = separación orificios =	0,10	m

l_{lat} = longitud lateral =	4,70	m
cantidad de orificios totales en los laterales =	47,00	
q_{orif} = caudal por cada orificio =	0,01	L/s
v_{orif} =	0,71	m/s
v_c/v_l =relación de velocidades =	0,30	
Vertedero rectangular de salida		
Q_{pv} = caudal por vertedero =	24,18	L/s
H = tirante líquido sobre el vertedero rectangular =	0,10	m
L_v = longitud del vertedero =	0,60	m
B = L = Ancho cámara de salida = Largo =	1,20	m
Pérdida de Carga en el falso fondo		
h = pérdida de carga =	0,06	m

7.8 CÁMARA DE CONTACTO

Se ha previsto la construcción de una única cámara con tiempo de contacto suficiente da para producir una buena desinfección con el agregado del hipoclorito de sodio antes de descargar en el Arroyo Tanti.

Sus dimensiones resultarán de los siguientes pasos de cálculo:

CÁMARA DE CONTACTO

Cámara primera etapa con dos módulos de tratamiento 2/3 de Q_{E20}

Caudal a tratar	$Q_{E20}/2$	96,71 lts/seg 8.356,04 m3/día
Tiempo de permanencia (tp)		0,25 hs
Volumen (Vt)	$tp * Q_{III}$	87,04 m3
Altura útil	h	1,00 m
h + revancha	H	1,50 m
Superficie Total	Vt / h	87,04 m2
Cantidad de canales		8,00 ud
Ancho canal	a	1,00 m
Ancho cámara	A	8,00 m
Longitud cámara	St / A	10,88 m
Longitud cámara adoptada		11,00 m
Recorrido hidráulico	L	88,00 m

relación	L/a	88,00	> 40	verifica
Velocidad de circulación	QIII / h x a	0,10	m/seg	verifica

Dosis de Cloro activo para QD20

QD20	64,48	lts/seg
Desinfectante Hipoclorito al 10%	5,00	mg/litro de cloro activo
Cloro activo por litro	100.000	mg/litro
Cantidad diaria de Cloro activo	27.853.452	mg/día
Cantidad de litros de Hipoclorito (10%)/ día	278,53	lts/día
Periodo de reserva	30,00	días
Capacidad de reserva	8.356	lts.
Adoptamos 2 tanques de 5 m3 c/u.	10.000	lts.

7.9 BARROS GENERADOS EN EL PROCESO

El barro excedente tanto del sedimentador del proceso de lodos activados (secundario) y del proceso terciario, será enviado a los espesadores, para aumentar la concentración de sólidos y llevarlos posteriormente a las playas de secado para su deshidratación y eliminación final.

La cantidad de barro en exceso generado por el proceso secundario y terciario, será la siguiente:

1° ETAPA - 2/3 Q_{D38} (2 Módulos)

CANTIDAD DE LODOS GENERADOS EN EL SISTEMA

Cantidad de SS de barros en exceso del secundario	1104,53	Kg/d
Cantidad de SS de barros producidos en el terciario	220,60	Kg/d
Cantidad de SS de barros derivados al espesador	1325,13	Kg/d
Caudal de lodo secundarios	138,07	m3/d
Caudal de lodo terciario	27,57	m3/d
Caudal de lodo	165,64	m3/d
Caudal de Lodo Espesado	41,41	m3/d

7.10 ESPESADOR DE BARROS

Se adoptan dos (2) espesadores, uno se construirá para la primera etapa y el otro en la segunda etapa. Se dimensionarán para una tasa de 30 KgSS/m2/día, siendo de sección circular, con barredores mecánicos de fondo, y con un diámetro de 7,50 m c/u. Recibirán el barro en exceso del secundario y lo producido en el terciario. El cálculo es el siguiente:

Espesador de Barros		
N°Esp = número total de espesadores =	1,00	Un.
QL = Caudal total de barros	165,64	m3/d
Ve = volumen total espesador =	149,08	m3

te = permanencia media lodo en el espesador =	0,90	d
Xe = concentración promedio de sólidos suspendidos espesador =	30,00	KgSS/m ³
Aa=Área del tanque Curcular	44,17	m ²
V = volumen total espesador =	149,08	m ³
D= diámetro =	7,50	m
Dadop= diámetro Adoptado =	7,50	m
Aadop = area Adoptada	44,18	m ²
Cono		
angulo =	60,00	°
angulo =	1,05	rad
Dcirc inf=	0,90	m
Dcircsup=	1,80	m
Hcono = altura cono =	0,78	m
ai =	2,54	m ²
Vcono = volumen del cono =	14,89	m ³
Vcili = volumen cilindro =	134,18	m ³
Hcil= altura cilindro	3,30	m
Ht = altura total =	4,08	m
Hadop=	4,46	
Verf ang	0,74	

7.11 DESHIDRATACIÓN DE BARROS

La gran variabilidad entre la población estable y la turística, produce una gran diferencia en la generación de barros en la planta depuradora. El clima seco durante la mayor parte del año, hace que las playas de secado sean óptimas para el otoño, invierno y primavera que es cuando predomina la población estable de la localidad.

El cálculo de las playas sigue la rutina de cálculo siguiente:

PLAYAS DE SECADO

1° ETAPA

Criterio Carga Superficial

Por norma

Nº de ciclos	6,00	p/500-1200 mm/año
carga máxima admisible	15,00	Kgss/ m ²
	90,00	Kgss/m ² año
P _w = peso total de sólidos digeridos a deshidratar =	331,28	kg SS/día
C _{sp} = carga superficial de las playas =	0,25	Kgss/m ² día

$$S_r = \text{superficie requerida} = P_w / C_{sp} = 1.343,54 \quad \text{m}^2$$

Criterio Área perCápita

Habitantes	38.000,00	hab
Superficie per cápita	0,10	m ² /hab
Coeficiente por lodos espesados	0,50	
$S_r = \text{superficie requerida} =$	1.900,00	m ²

Adopto Playas de Secado de: 125,00 m²

Largo	25,00	m
Ancho	5,00	m
espesor	0,35	m

N° de playas 10,75
adopto 12,00

7.12 ESTACIÓN DE BOMBEO DE RECIRCULACIÓN DE LÍQUIDOS Y BARROS EN EXCESO

Para ambas estaciones se utilizará el pozo de bombeo, se adopta un sistema de bombas independientes para el barro en exceso, para controlar mejor el flujo que se envía al espesador. Para flexibilizar el caudal de recirculación de líquidos, se colocarán dos (2) electrobombas en funcionamiento, y una tercera de reserva, que permitirá absorber cualquier pico de carga orgánica en el sistema. El pozo de bombeo de barros, se ha previsto la colocación de las bombas para extracción del barro en exceso.

El dimensionamiento será el siguiente:

Caudal de recirculación

$$X_r = \text{concentración SS Línea de retorno} = 8,00 \quad \text{KSS/m}^3$$

$$c = \text{relación de concentración} = X_r/X = 2,29$$

$$R = \text{recirculación porcentual} = Q_r/Q_{C20} = 78\%$$

$$Q_R = \text{caudal de recirculación} = 1666,45 \quad \text{m}^3/\text{d}$$

$$Q_R = \text{caudal máximo recirculación por sedimentador} = 2166,38 \quad \text{m}^3/\text{d}$$

Se recircula el líquido de: 2 sedimentadores secundarios; y
Espesador de barros; Q. total a recircular = 185 m³/hs.

Barros generados en las zanjas

$$Q_{wz} = V * X / (\theta_c * X_r) = \text{caudal de barro en exceso por zanja} = 69,03 \quad \text{m}^3/\text{d}$$

$$Q_{wt} = \text{caudal de barro en exceso total} = 207,10 \quad \text{m}^3/\text{d}$$

$$C_s = Qwt * Xr = \text{carga de sólidos barro exceso por zanja} = 552,27 \text{ Kg/d}$$

7.13 ESTACIÓN DE BOMBEO DE BARROS

Las bombas son dimensionadas para evacuar el líquido proveniente del fondo de las tolvas de los sedimentadores secundarios y terciarios.

$$Q_{\text{bombeo}} = 7 \text{ m}^3/\text{hs.}$$

$$H_{\text{man.}} = 6 \text{ mca}$$

7.14 ESTACIÓN DE BOMBEO DE TRASVASE

Se ha previsto una estación de bombeo, para trasvasar el líquido de una zanja a la otra en forma alternativa en menos de 24 hs. con una altura manométrica H_m : 8 mca. No se construirá un pozo de bombeo, sino que se colocará una bomba que aspirará directamente de una de las zanjas de oxidación y la enviará a la otra. Mediante un juego de llaves, se podrá cambiar el sentido del flujo bombeando o aspirando en forma alternativa de una zanja a la otra.

7.15 CASA QUÍMICA

Para el proceso de floculación – sedimentación, para producir el arrastre del fósforo, se ha considerado utilizar sulfato de aluminio líquido al 7,5 % de óxidos útiles. Los tanques de almacenamiento, son diseñados para una reserva de 30 días, siendo necesario dos (2) tanque de 20 m³ para el sulfato de aluminio líquido para la primera etapa constructiva. El dimensionamiento de los tanques de almacenamiento y las bombas dosificadoras, se encuentran desarrollado en la siguiente rutina de cálculo:

Lodo en exceso proceso químico (terciario)

$Q_{D10} =$	8356,04	m ³ /dia
$P_t =$ Cantidad de Fósforo Total =	8	mg/l
$P_{\text{tef}} =$ Concentración Fósforo efluente =	0,5	mg/l
$E_f =$ eficiencia eliminación fósforo =	94%	
$Al =$ cantidad de Aluminio a colocar por cada mg de Fósforo a reducir =	2,04	
Concentración total de Al a consumir =	15,3	mg/l
Cantidad total de Al^{+3} para $Q_{\text{máx}}$ =	127,85	Kg/d
Cantidad total de Al^{+3} para 1 etapa	85,23	Kg/d

Equipos dosificadores para primera etapa

$Q_{\text{maxd10}} =$ caudal de producción primer período =	5.571	m ³ /d
% de óxidos útiles =	7%	
Cantidad máxima total de Sulfato de Aluminio	1218	l/d

Dosis de Coagulante máxima de Sulfato de Aluminio líquido al 7 % =	51	l/h
Altura manométrica	6	mca

Almacenamiento Sulfato de Aluminio al 7 %

C_{med10} = cantidad media para primera etapa =	1218	L/d
R = reserva tanque almacenamiento 7 % de óxidos útiles =	30	días
V_{alm} = volumen de almacenamiento =	36,53	m ³
Nt = número total de tanques =	2	
Vct = volumen de cada tanque =	18,26	m ³
Se adoptan dos (2) tanques de almacenamiento V c/u =	20	m ³

7.16 SALA DE CLORACIÓN

Para la dosificación del hipoclorito de sodio líquido, se utilizarán contenedores de 1000 litros de capacidad.

En el ítem 7.8 - Cámara de contacto, se especifica las dimensiones de los tanques de hipoclorito a utilizar.

7.17 DESCARGA SOBRE ARROYO TANTI

Una vez finalizado el proceso de tratamiento, los caudales provenientes de la cámara de contacto son descargados a la cámara colectora por intermedio de una cañería de desborde, para posteriormente transportar los caudales tratados al Arroyo Tanti por medio de un conducto de P.V.C. Ø 250 mm con una longitud de 42 m.

Los caudales dispuestos por la planta poseen un proceso de afinamiento acorde a las características recreativas y los requerimientos ambientales del arroyo.

7.18 SISTEMA DE AGUA POTABLE

Se ha previsto la construcción de una reserva de 50 m³ y un tanque hidroneumático de 1000 litros, que permita brindar el servicio de provisión de agua a una presión mínima de 20 metros. La red permitirá alimentar no solamente a los edificios, sino también, a los hidrantes y canillas de servicio de la planta.

7.19 INSTALACIONES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

- Instalaciones Eléctricas
- Edificio principal de Laboratorio, Oficina, Personal
- Edificio Sala dosificación de Coagulante y Polielectrolito
- Edificio Sala de Cloración y su equipamiento

- Edificio Sala de Sopladores y Sala de Tablero General
- Edificio Estación de Bombeo de Trasvase
- Cañerías de interconexión, accesorios, válvulas y by-pass
- Camino Interno Planta Depuradora
- Camino de Acceso a la Planta
- Cerco Perimetral Olímpico y Portón de Ingreso
- Sistema de Distribución Eléctrica, incluye distribución a grupo electrógeno e iluminación
- Sistema de Distribución de Agua Potable
- Sistema de Desagües Pluviales

7.20 RECOMENDACIONES SOBRE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Las recomendaciones para la operación y mantenimiento de la Planta se ajustarán al desarrollo del manual correspondiente a entregar por la Contratista junto al plan de contingencias y plan de control ambiental.

7.21 RECOMENDACIÓN PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

Al momento de elaborar el reglamento de Servicio correspondiente a la Obra Integral de desagües proyectada se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- La calidad del líquido a ingresar en la planta debe ser del tipo doméstico, por lo tanto, los establecimientos industriales o que produzcan otro tipo de efluentes deberán aplicar un pretratamiento a sus líquidos residuales de manera tal que se asemejen al líquido residual doméstico.
- Deberá preverse el control de las conexiones para detectar y sancionar conexiones de desagües pluviales al sistema cloacal.
- Deberán establecerse plazos para la conexión de las instalaciones individuales o domiciliarias al servicio.
- Deberán establecerse actores y responsabilidades respecto del mantenimiento y en caso de obstrucciones de la red.
- Deberán establecerse claramente derechos y obligaciones de los usuarios y del prestador del servicio.

8 CÁLCULOS ESTRUCTURALES

La siguiente memoria tiene como objeto predimensionar los elementos estructurales de los distintos componentes de la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales de la localidad de Tanti.

El diseño se realizó considerando los siguientes estados de carga:

- Peso propio de la estructura (según CIRSOC 101)
- Peso propio de equipos (según datos provisto por fabricantes)
- Sobrecargas de uso y mantenimiento (según CIRSOC 101)
- Viento (según CIRSOC 102)
- Sismo (según CIRSOC 103)

La presente memoria de cálculo resume las características generales y los lineamientos principales para predimensionar las estructuras que compondrán la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales de la localidad de Tanti. Es válido aclarar que los resultados aquí obtenidos son aptos para cotización de materiales, pero no para su ejecución. Previo a la construcción de los distintos elementos aquí desarrollados se deberá realizar el proyecto ejecutivo correspondiente con todos los ensayos geotécnicos y estructurales que se consideren necesarios.

8.1 GENERALIDADES

8.1.1 SUELO

Se realizó un estudio geotécnico en el predio donde se emplazará la planta depuradora. De aquí se obtuvieron los parámetros necesarios para el cálculo de las fundaciones, tal como la tensión admisible de trabajo.

Las indicaciones del estudio de suelos dicen que, en función de los resultados obtenidos, se aconseja:

Resulta aconsejable la realización de una fundación directa mediante zapatas corridas o bases aisladas de hormigón armado sobre el sustrato rocoso inalterado formado por rocas metamórficas de tipo gnéisicas.

Los parámetros que no se encuentren especificados en el estudio se adoptarán valores típicos según su denominación dentro del sistema unificado de clasificación de suelos.

8.1.2 MATERIALES

Los materiales usados en el diseño son:

- Acero ADN 420, para Hormigón Armado.
- Hormigón H-25 para bases, plateas, losas, columnas, vigas y tabiques.
- Hormigón H-15 como hormigón de limpieza.

8.1.3 ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA

- *CARGAS PERMANENTES Y SOBRECARGAS (CIRSOC 101)*
 - Peso propio de H⁰A⁰: 2.40tn/m³
 - Sobrecargas entrepiso hormigón: 0.60 tn/m²

- **CARGAS DEBIDAS A LA ACCIÓN DEL VIENTO (CIRSOC 102)**

Por tratarse de un predimensionado se realiza el cálculo de la carga de viento por método simplificado.

- Velocidad básica del viento: 45m/s
- Factor de importancia I: 1.15
- Cerramiento: Tipo parcialmente cerrado
- Presión de diseño (para los casos donde aplique análisis con carga de viento):
 - Sobre cubiertas horizontales: 124.5kg/m²
 - Sobre paredes laterales: 84.1kg/m²

- **CARGAS DEBIDA A LA ACCIÓN SÍSMICA (CIRSOC 103)**

- Zona 1: peligrosidad sísmica reducida
- Agrupamiento según su destino y funciones: Grupo A → Factor de riesgo: 1.3
- Clasificación de los suelos de fundación: Tipo I (Dinámicamente estable, muy firme y compacto)
- Valores espectrales según zona sísmica y tipo de suelo:
 - as (ordenada al origen del espectro) = 0.08
 - b (ordenada del plafón del espectro) = 0.24
 - T1 (período de vibración correspondiente al comienzo del plafón) = 0.20 seg
 - T2 (período de vibración correspondiente al fin del plafón) = 0.60 seg
 - Ductilidad Adoptada: 4 → R=4

Adoptando un valor del período fundamental de la estructura dentro de T1 y T2 consideramos la pseudo aceleración elástica igual a b con un amortiguamiento de 5%.

Coefficiente sísmico: $0.24 \times 1.3 / 4 = 0.078$

- **ANÁLISIS DE CARGAS**

Para el caso de la estructura principal de hormigón armado las combinaciones de carga a utilizar para el análisis y diseño sismorresistente son las establecidas en el Reglamento INPRES-CIRSOC 103.

$$1,3 (D+ \eta \cdot L) \pm S$$

$$0,85 (D+ \eta \cdot L) \pm S$$

- D es la carga gravitatoria permanente.
- L corresponde a las sobrecargas de servicio.
- El factor η considera la simultaneidad y presencia de sobrecargas de servicio. En este caso corresponde η igual a 0,25.

- S son los efectos de las acciones sísmicas de diseño.

Además, se debe verificar la estructura con combinaciones que no incluyan al sismo.

$$1,75 (D+L)$$

No se considera la acción simultánea del viento y sismo, por ser muy baja la probabilidad de coexistencia en sus estados límites últimos. Tampoco se considera en el análisis, la sobrecarga por nieve ya que no coexiste con las sobrecargas de uso y por ser su valor (30 Kg/m² según CIRSOC 104), menor a la sobrecarga de mantenimiento de azotea (100 Kg/m² según CIRSOC 101).

8.2 ZANJA DE OXIDACIÓN

A los fines del cómputo métrico la zanja de oxidación se modelará como una ménsula con las siguientes cargas:

Presión lateral del agua en el interior 1.00ton/m³

Presión activa del suelo – desde afuera hacia adentro -: Consideraremos 2.30 ton/m³ y un ángulo de fricción interna de 45° por el tipo de suelo descrito en el informe.

Período fundamental de la estructura: 0.13seg.

Se modeló un tabique de 10m de longitud donde se cargaron las solicitaciones anteriores.

Los máximos momentos negativos y positivos para las distintas combinaciones de cargas analizadas son: 16.51 tonm y 9.25 tonm. El corte máximo fue de 9.25tn la solicitación máxima normal a compresión fue de 7.67ton.

En cuanto a la deformación el valor para solicitaciones de servicio fue de 0.055cm lo cual lo hace totalmente despreciable.

Compresión		
Pu	7,67	Tn
b	1,00	m
d	0,30	m
f	0,65	
f' _c	25,00	MPa
f _y	420,00	MPa
Av	-156,18	cm ²
Av min	3,60	cm ²
Ah min	6,00	cm ²
Av nec	3,60	cm ²
Av Adop	3,60	cm ² /m
Detalle	φ 8	c/ 14,0
Ah nec	6,00	cm ²
Ah Adop	6,02	cm ² /m
Detalle	φ 10	c/ 13,0

Tabla 5: Verificación a la compresión – Zanja de Oxidación

Verificación Tabique frontal			Verificación Tabique frontal		
FLEXIÓN - Momento Positivo			FLEXIÓN - Momento Negativo		
M_u	16,50	Tnm	M_u	9,25	Tnm
b	1,00	m	b	1,00	m
b_w	1,00	m	b_w	1,00	m
h	0,30	m	h	0,30	m
r	0,02	m	r	0,02	m
r'	0,02	m	r'	0,02	m
d	0,280	m	d	0,28	m
ϕ	0,90		ϕ	0,90	
M_n	18,33	Tnm	M_n	10,28	Tnm
f'_c	25,00	MPa	f'_c	25,00	MPa
f_y	420,00	MPa	f_y	420,00	MPa
β_1	0,850		β_1	0,850	
m_n	0,11004		m_n	0,06169	
K_r	0,084		K_r	0,047	
$K_{radop.}$	0,084		$K_{radop.}$	0,047	
$m_n adop.$	0,110		$m_n adop.$	0,062	
K_a	0,117		K_a	0,064	
$K_a \text{ mín}$	0,066		$K_a \text{ mín}$	0,066	
$K_a \text{ máx}$	0,319		$K_a \text{ máx}$	0,319	
K_c	0,137		K_c	0,075	
c	0,038	m	c	0,021	m
e'_s	0,0014		e'_s	0,0001	
F'_s	288,3		F'_s	28,3	
$M_{máx}$	18,33	Tnm	$M_{máx}$	10,28	Tnm
ΔM_n	0,00	Tnm	ΔM_n	0,00	Tnm
Armadura principal			Armadura principal		
A_s	16,557		A_s	9,333	cm ²
As Adoptada	16,16	cm ² /m	As Adoptada	9,82	cm ² /m
Detalle	ϕ 12	c/ 7,0	Detalle	ϕ 10	c/ 8,0
Armadura de repartición **			Armadura de repartición **		
A_{sr}	6,000	cm ²	A_{sr}	6,000	cm ²
As Adoptada	6,04	cm ² /m	As Adoptada	6,04	cm ² /m
Detalle	ϕ 10	c/ 13,0	Detalle	ϕ 10	c/ 13,0

Tabla 6: Verificación a la flexión – Zanja de Oxidación

Cómputo de acero: Se adopta una sección de 16.16cm²/m para una cara y 9.82cm²/m para la otra. La armadura horizontal será de 6cm²/m para cada cara. Esto da una cuantía volumétrica de aproximadamente 100kg de A⁰/m³ de H⁰.

8.3 SEDIMENTADOR

El sedimentador es una estructura que se eleva por encima del nivel del suelo a una altura de 3.00m.

A los fines del cómputo métrico se modelará como una ménsula soportando las siguientes cargas:

Presión lateral del agua en el interior 1.00ton/m³

Presión activa del suelo – desde afuera hacia adentro -: Consideraremos 2.30 ton/m³ y un ángulo de fricción interna de 45° por el tipo de suelo descrito en el informe.

Período fundamental de la estructura: 0.13seg.

Los máximos momentos negativos y positivos para las distintas combinaciones de cargas analizadas son: 5.93 tonm y 3.33 tonm. El corte máximo fue de 5.84tn la sollicitación máxima normal a compresión fue de 4.41ton.

En cuanto a la deformación el valor para sollicitaciones de servicio fue de 0.0016cm lo cual lo hace totalmente despreciable.

Compresión		
Pu	4,41	Tn
b	1,00	m
d	0,20	m
f	0,65	
f'_c	25,00	MPa
f_y	420,00	MPa
Av	-104,46	cm ²
Av min	2,40	cm ²
Ah min	4,00	cm ²
Av nec	2,40	cm ²
Av Adop	2,51	cm ² /m
Detalle	φ 8	c/ 20,0
Ah nec	4,00	cm ²
Ah Adop	4,19	cm ² /m
Detalle	φ 8	c/ 12,0

Tabla 7: Verificación a la compresión - Sedimentador

Verificación Tabique frontal			Verificación Tabique frontal		
FLEXIÓN - Momento Positivo			FLEXIÓN - Momento Negativo		
M_u	5,93	Tnm	M_u	3,33	Tnm
b	1,00	m	b	1,00	m
b_w	1,00	m	b_w	1,00	m
h	0,20	m	h	0,20	m
r	0,02	m	r	0,02	m
r'	0,02	m	r'	0,02	m
d	0,180	m	d	0,18	m
ϕ	0,90		ϕ	0,90	
M_n	6,59	Tnm	M_n	3,70	Tnm
f'_c	25,00	MPa	f'_c	25,00	MPa
f_y	420,00	MPa	f_y	420,00	MPa
β_1	0,850		β_1	0,850	
m_n	0,09570		m_n	0,05374	
K_r	0,073		K_r	0,041	
$K_{radop.}$	0,073		$K_{radop.}$	0,041	
$m_n adop.$	0,096		$m_n adop.$	0,054	
K_a	0,101		K_a	0,055	
$K_a \text{ mín}$	0,066		$K_a \text{ mín}$	0,066	
$K_a \text{ máx}$	0,319		$K_a \text{ máx}$	0,319	
K_c	0,119		K_c	0,065	
c	0,021	m	c	0,012	m
e'_s	0,0002		e'_s	-0,0021	
F'_s	37,7		F'_s	-425,3	
$M_{máx}$	6,59	Tnm	$M_{máx}$	3,70	Tnm
ΔM_n	0,00	Tnm	ΔM_n	0,00	Tnm
Armadura principal			Armadura principal		
A_s	9,178		A_s	6,000	cm ²
As Adop	9,42	cm ² /m	As Adop	6,04	cm ² /m
Detalle	ϕ 12	c/ 12,0	Detalle	ϕ 10	c/ 13,0
Armadura de repartición **			Armadura de repartición **		
A_{sr}	4,000	cm ²	A_{sr}	4,000	cm ²
As Adoptada	4,19	cm ² /m	As Adoptada	4,19	cm ² /m
Detalle	ϕ 8	c/ 12,0	Detalle	ϕ 8	c/ 12,0

Tabla 8: Verificación a la flexión – Sedimentador

Cómputo de acero: Se adopta una sección de 9.42 cm²/m para una cara y 6.04cm²/m para la otra. La armadura horizontal será de 4.19 cm²/m para cada cara. Esto da una cuantía volumétrica de aproximadamente 95kg de A⁰/m³ de H⁰.

8.4 ESPEADOR DE BARRO

El sedimentador es una estructura que se eleva por encima del nivel del suelo a una altura de 3.30m.

A los fines del cómputo métrico se modelará como una ménsula soportando las siguientes cargas:

Presión lateral del agua en el interior 1.00ton/m³

Presión activa del suelo – desde afuera hacia adentro -: Consideraremos 2.30 ton/m³ y un ángulo de fricción interna de 45° por el tipo de suelo descrito en el informe.

Período fundamental de la estructura: 0.13seg.

Los máximos momentos negativos y positivos para las distintas combinaciones de cargas analizadas son: 7.17 tonm y 4.03tonm. El corte máximo fue de 6.43tn la sollicitación máxima normal a compresión fue de 4.85ton.

En cuanto a la deformación el valor para sollicitaciones de servicio fue de 0.0016cm lo cual lo hace totalmente despreciable.

Compresión		
Pu	4,85	Tn
b	1,00	m
d	0,20	m
f	0,65	
f'_c	25,00	MPa
f_y	420,00	MPa
Av	-104,24	cm ²
Av min	2,40	cm ²
Ah min	4,00	cm ²
Av nec	2,40	cm ²
Av Adop	2,51	cm ² /m
Detalle	φ 8	c/ 20,0
Ah nec	4,00	cm ²
Ah Adop	4,19	cm ² /m
Detalle	φ 8	c/ 12,0

Tabla 9: Verificación a la compresión – Espesador de barras

Verificación Tabique frontal			Verificación Tabique frontal		
FLEXIÓN - Momento Positivo			FLEXIÓN - Momento Negativo		
M_u	7,17	Tnm	M_u	4,03	Tnm
b	1,00	m	b	1,00	m
b_w	1,00	m	b_w	1,00	m
h	0,20	m	h	0,20	m
r	0,02	m	r	0,02	m
r'	0,02	m	r'	0,02	m
d	0,180	m	d	0,18	m
ϕ	0,90		ϕ	0,90	
M_n	7,97	Tnm	M_n	4,48	Tnm
f'_c	25,00	MPa	f'_c	25,00	MPa
f_y	420,00	MPa	f_y	420,00	MPa
β_1	0,850		β_1	0,850	
m_n	0,11571		m_n	0,06504	
K_r	0,089		K_r	0,050	
$K_{radop.}$	0,089		$K_{radop.}$	0,050	
$m_n adop.$	0,116		$m_n adop.$	0,065	
K_a	0,123		K_a	0,067	
$K_a \text{ mín}$	0,066		$K_a \text{ mín}$	0,066	
$K_a \text{ máx}$	0,319		$K_a \text{ máx}$	0,319	
K_c	0,145		K_c	0,079	
c	0,026	m	c	0,014	m
e'_s	0,0007		e'_s	-0,0012	
F'_s	140,5		F'_s	-242,0	
$M_{máx}$	7,97	Tnm	$M_{máx}$	4,48	Tnm
ΔM_n	0,00	Tnm	ΔM_n	0,00	Tnm
Armadura principal			Armadura principal		
A_s	11,230		A_s	6,129	cm ²
As Adop	11,31	cm ² /m	As Adop	6,54	cm ² /m
Detalle	ϕ 12	c/ 10,0	Detalle	ϕ 10	c/ 12,0
Armadura de repartición **			Armadura de repartición **		
A_{sr}	4,000	cm ²	A_{sr}	4,000	cm ²
As Adoptada	4,19	cm ² /m	As Adoptada	4,19	cm ² /m
Detalle	ϕ 8	c/ 12,0	Detalle	ϕ 8	c/ 12,0

Tabla 10: Verificación a la flexión – Espesor de barras

Cómputo de acero: Se adopta una sección de 11.31 cm²/m para una cara y 6.54cm²/m para la otra. La armadura horizontal será de 4.19 cm²/m para cada cara. Esto da una cuantía volumétrica de aproximadamente 100kg de A⁰/m³ de H⁰.

9 ELECTRICIDAD: PLANILLA DE POTENCIA INSTALADA / DEMANDADA Y CALCULO DE CONDUCTORES.

9.1 GENERADOR DIESEL

Con el objeto de prever posibles cortes de energía eléctrica, se deberá instalar un grupo electrógeno tanto en la planta depuradora como en la estación de bombeo (EB1). Cada grupo generador poseerá capacidad suficiente para que continúen o se pongan en marcha simultáneamente todas las electrobombas, salvo las de reserva. Estos grupos deberán permitir el arranque automático ante cortes de energía y la parada cuando vuelva el suministro eléctrico. Incluye, además, los tableros de transferencia necesarios y todos los accesorios que se mencionan en el presente numeral.

El montaje deberá cumplir con las Normas Generales y con las instrucciones especiales que el fabricante de los equipos suministre. Los gases de la combustión deberán ser descargados a la atmósfera por encima del techo de la estación de bombeo, mediante silenciador que permita reducir el nivel sonoro a valores menores a 70 decibeles en el perímetro de la estación cumpliendo con las normas Municipales o Provinciales, la más severa.

Cada grupo moto-generador será entregado, montado y alineado sobre una base metálica tipo trineo, dimensionada y diseñada de manera tal que su montaje no transmita vibraciones que resulten perjudiciales para el terreno circundante, los edificios o las instalaciones.

Cada grupo electrógeno constará de los siguientes componentes:

- Un motor diésel de una potencia apropiada para suministrar energía eléctrica adecuada a cada caso en particular, en barras del tablero general. La potencia efectiva del motor permitirá el accionamiento del alternador a plena carga y hasta una sobrecarga del 10 % durante una hora.
 - Electro ventilador con radiador para cada grupo
 - Tanque para combustible con capacidad para 24 horas de funcionamiento a plena carga.
 - Silenciador que permita medir en el perímetro de la planta un nivel sonoro menor a 70 decibeles o que cumpla con las normas Municipales y / o Provinciales la más severa.
 - Regulador de velocidad de precisión tipo centrífugo – hidráulico, isócrono con servo motor con dispositivo para variaciones desde el tablero eléctrico de maniobras.
 - Filtro de aire
 - El motor se accionará mediante acoplamiento directo.
 - Un generador sincrónico para corriente alternada trifásica, con neutro saliente, para sistema tetra filar, 50 Hz, $\cos \varphi = 0,9$, provisto de excitatriz directamente acoplada.
 - El generador y la excitatriz serán de tipo protegido contra la entrada de polvo y goteo, y contactos accidentales.
 - Cada grupo tendrá un tablero metálico sobre el cual se montarán los interruptores, seccionadores, barras y demás accesorios eléctricos.
- El comando será frontal montándose sobre el panel los instrumentos, botoneras, luces de señalización, comando de interruptores, etc.

9.2 TABLEROS

Los tableros serán de tipo auto portantes, preferiblemente modulado en 700mm de ancho por 2200mm de alto por 400/500mm de profundidad. Se realizará en chapa DD N°14 y se pintará previo tratamiento con pintura Gris RAL7035.

Se proveerán con sistema de iluminación interior, ventilación y calefacción si así lo requiera por su ubicación o por los componentes que en él se alojen.

Los dispositivos de protección, maniobra y medición serán de las marcas ABB, Schneider Electric o Siemens.

Los tableros dentro del alcance de suministro son los siguientes:

- TGBT con tablero de transferencia automática y módulo de corrección de factor de potencia (planta depuradora)
- TGBT con tablero de transferencia automática y módulo de corrección de factor de potencia (estación de bombeo ciudad de Tanti EB1)
 - TS1
 - TS2
 - TS3
 - TS4
 - TS5
 - TS6

Las dimensiones de los tableros anteriormente nombrados serán tales que puedan alojar todos los componentes explicitados en los unifilares correspondientes (PDE-E-DWG-2001 y PDE-E-DWG-2002)

Cada tablero contara con indicadores luminosos de tensión (uno por fase).

En ambos tableros generales se instalará un multi medidor de parámetros eléctricos.

Los tableros de transferencia automática contarán con respectivos testigos luminosos de funcionamiento con "Red" o con "Grupo", además contarán también con voltímetro, amperímetro y vatímetro de tipo analógicos para medir sendos parámetros en la salida del grupo electrógeno. El sistema de comando automático se deberá enlazar al sistema de control de la planta y deberá disponer también de un sistema de comando para transferencia manual.

Los tableros de corrección de factor de potencia contarán con un controlador automático de seis pasos que conectara los escalones de potencia reactiva capacitiva según los requerimientos de la instalación, de ser posible este controlador debería manejar el sistema de ventilación del gabinete de acuerdo a la temperatura interior, en su defecto se proveerá con la cantidad de ventiladores suficientes para asegurar una temperatura de funcionamiento óptima.

Prever en el TS6 para las salidas de iluminación exterior comando de tres posiciones, encendido manual, funcionamiento automático con fotocélula y apagado. Operado mediante contactores.

9.3 CANALIZACIONES

Todas las canalizaciones que queden expuestas a la intemperie o inclusive dentro de los edificios deben ser resistentes a atmosferas altamente corrosivas, pudiéndose emplear cañerías tipo conduit de ancho de pared considerable, bandejas tipo escalera o perforadas. En ambos casos e incluyendo todos los accesorios de montaje y soportería se debe optar por un tratamiento térmico de galvanizado en caliente.

Se admite y es de preferencia para zonas exteriores el montaje de cables tipo subterráneos directamente enterrados teniendo en cuenta los siguientes recaudos:

El tendido subterráneo se hará en una zanja de 0,50 m. de profundidad y 0,20 m. de ancho. El alimentador se colocará sobre un lecho de arena de 5 cm. de espesor y por encima del mismo se ubicará una línea de ladrillos de protección.

Los conductores para las Instalaciones serán de cobre electrolítico, flexibles, con aislación de PVC anti llama, tensión 450/750V y de 2.5mm² de sección mínima (exceptuando iluminación).

9.4 ILUMINACIÓN

En recintos interiores se deberán emplear artefactos estancos del tipo fluorescentes o led dispuestos de tal forma y a una altura suficiente con el fin de lograr niveles de iluminación y uniformidad establecidas en el manual de la asociación argentina de luminotecnica según la tarea a desarrollar en el recinto.

Para áreas exteriores se deberán disponer columnas con artefactos de alumbrado tipo vial de modo de obtener al menos 5 lux (medios) sobre la superficie de caminos de circulación vehicular. Se instalarán también columnas con artefactos tipo proyector de al menos 250 W (lámpara de descarga) con la finalidad de obtener una iluminación general buena en todo el predio.

Cabe destacar que las torres de iluminación nombradas anteriormente también formaran parte del Sistema de Protección Contra Rayos (SPCR) del predio, debiendo las mismas estar preparadas para tal fin.

9.5 PUESTA A TIERRA

Se dispondrá una malla de puesta a tierra correctamente dimensionada debajo del edificio que contiene el tablero general, la misma se vinculara a una barra dispuesta en dicho tablero de la cual se desprenderán conexiones a todos los demás tableros seccionales y desde los mismos a las respectivas cargas.

Se debe contemplar la instalación de un anillo de conductor de cobre desnudo enterrado a una profundidad aproximada de 1 metro. El trazado del anillo estará apartado aproximadamente 1 metro del perímetro del edificio. El cable a utilizar en el anillo enterrado será de cobre electrolítico de 120 mm² de sección transversal.

9.6 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYO

Se deberá suministrar e instalar un sistema de protección contra descargas atmosféricas. Para tal fin se podrán utilizar a las columnas de iluminación como soporte para los elementos captadores.

9.7 CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

Dimensionar los conductores de baja tensión de los circuitos de iluminación, tomacorrientes, aire acondicionado y fuerza motriz correspondientes a las diferentes ares del predio de saneamiento de efluentes de la ciudad de Tanti, verificando los mismos a la corriente nominal y a la caída de tensión.

Consideraciones básicas:

Se ha considerado, para cables instalados en bandejas, la utilización de conductores de cobre aislados con PVC de acuerdo a la norma IRAM 2178. Se adoptan para el cálculo los valores característicos de los conductores tipo SINTENAX VALIO, del fabricante Prysmian.

Para los conductores que se instalen dentro de cañerías cerradas embutidas o a la vista, se utilizarán cables unipolares del tipo SUPERASTIC FLEX, de Prysmian.

Factores de corrección:

La tabla del fabricante indica la corriente admisible de los cables a una temperatura en aire de 40° C bajo diferentes condiciones de instalación.

Se considerarán los factores de corrección que correspondan en función de la diferencia de temperatura ambiente y en función de la cantidad de circuitos que se instalen en una misma canalización.

CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN:

Se determina la caída de tensión porcentual de la siguiente forma:

-Para cargas trifásicas:

$$\Delta U\% = 1,732 \times L \times I_c \times (R_u \times \cos \varphi_c + X_u \times \sin \varphi_c) \times 100/380$$

-Para cargas monofásicas:

$$\Delta U \% = 2 \times L \times I_c \times (R_u \times \cos \varphi_c + X_u \times \sin \varphi_c) \times 100/220$$

Se deberá verificar siempre que $\Delta U \% < 3\%$ para circuitos de iluminación y $\Delta U \% < 5\%$ para cargas de fuerza motriz.

R_u y X_u son los valores de resistencia y reactancia del cable por unidad de longitud.

L : es la longitud del tramo de cable.

I_c : es la corriente de carga.

Verificación de los cables por corriente normal y de falla:

- Funcionamiento normal: se debe cumplir la siguiente condición: $I_{corr} > I_r > I_c$

$$I_{max} < I_n < I_{ad}$$

PLANILLA DE CARGA Y CALCULO DE CONDUCTORES TABLERO GENERAL

DESTINO DEL CIRCUITO		DATOS DE LA CARGA						DATOS DEL CABLE											
Descripción del Circuito	Denom.	Tipo	Tablero Seccional	Long. (m)	P. Unit. (kW)	P. Unit. (kVA)	cosφ	Pot. Instalada (kVA)	Nº de Fases	Ic (A)	Tipo	Sección (mm ²)	Formación (mm ²)	I adm (A)	F.C.	I corr (A)	ΔU (%)	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)
TABLERO SECCIONAL 1	TS1		TGBT	170	16,48	12,36	0,80	20,60	3	31,34	STX	16	4x16	75	0,80	59,85	3,93	1,45	0,0813
TABLERO SECCIONAL 2	TS2		TGBT	140	17,10	12,83	0,80	21,38	3	32,51	STX	16	4x16	75	0,80	59,85	3,48	1,45	0,0813
TABLERO SECCIONAL 3	TS3		TGBT	90	5,30	3,98	0,80	6,63	3	10,08	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	2,94	5,92	0,0991
TABLERO SECCIONAL 4	TS4		TGBT	170	89,60	67,20	0,80	112,00	3	170,37	STX	150	3x150/70	258	0,80	205,88	3,02	0,15	0,072
TABLERO SECCIONAL 5	TS5		TGBT	110	84,20	63,15	0,80	105,25	3	160,10	STX	120	3x120/70	228	0,80	181,94	2,40	0,184	0,0729
TABLERO SECCIONAL 6	TS6		TGBT	190	8,00	6,00	0,80	10,00	3	15,21	STX	16	4x16	31	0,80	24,74	2,52	1,45	0,0813

PLANILLA DE CARGA Y CALCULO DE CONDUCTORES TABLERO SECCIONAL 1

DESTINO DEL CIRCUITO		DATOS DE LA CARGA						DATOS DEL CABLE											
Descripción del Circuito	Denom.	Tipo	Tablero Seccional	Long. (m)	P. Unit. (kW)	P. Unit. (kVA)	cosφ	Pot. Instalada (kVA)	Nº de Fases	Ic (A)	Tipo	Sección (mm ²)	Formación (mm ²)	I adm (A)	F.C.	I corr (A)	ΔU (%)	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)
Sedimentador secundario N° 1	SS1		TS1	30	0,12	0,09	0,80	0,15	3	0,23	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,09	9,55	0,0995
Sedimentador secundario N° 2	SS2		TS1	40	0,12	0,09	0,80	0,15	3	0,23	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,10	9,55	0,0995
Sedimentador secundario N° 3 (futuro)	SS3		TS1	45	0,12	0,09	0,80	0,15	3	0,23	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,10	9,55	0,0995
Sedimentador terciario N° 1	ST1		TS1	30	0,12	0,09	0,80	0,15	3	0,23	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,09	9,55	0,0995
Sedimentador terciario N° 2	ST2		TS1	40	0,12	0,09	0,80	0,15	3	0,23	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,10	9,55	0,0995
Sedimentador terciario N° 3 (futuro)	ST3		TS1	45	0,12	0,09	0,80	0,15	3	0,23	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,10	9,55	0,0995
Bomba de recirculación de líquidos N° 1	RL1		TS1	35	4,00	3,00	0,80	5,00	3	7,61	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	1,05	9,55	0,0995
Bomba de recirculación de líquidos N° 2	RL2		TS1	45	4,00	3,00	0,80	5,00	3	7,61	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	1,34	9,55	0,0995
Bomba de recirculación de barro N° 1	RB1		TS1	35	4,00	3,00	0,80	5,00	3	7,61	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	1,05	9,55	0,0995
Bomba de recirculación de barro N° 2	RB2		TS1	45	4,00	3,00	0,80	5,00	3	7,61	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	1,34	9,55	0,0995

PLANILLA DE CARGA Y CALCULO DE CONDUCTORES TABLERO SECCIONAL 2

DESTINO DEL CIRCUITO		DATOS DE LA CARGA						DATOS DEL CABLE											
Descripción del Circuito	Denom.	Tipo	Tablero Seccional	Long. (m)	P. Unit. (kW)	P. Unit. (kVAR)	cosφ	Pot. Instalada (kVA)	Nº de Fases	Ic (A)	Tipo	Sección (mm ²)	Formación (mm ²)	I adm (A)	F.C.	I corr (A)	ΔU (%)	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)
Espesador de barro N° 1	EB1		TS2	25	0,55	0,41	0,80	0,69	3	1,05	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,16	9,55	0,0995
Espesador de barro N° 2	EB2		TS2	25	0,55	0,41	0,80	0,69	3	1,05	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,16	9,55	0,0995
Bombas de cavidad espesadores N° 1	CE1		TS2	20	8,00	6,00	0,80	10,00	3	15,21	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,77	5,92	0,0991
Bombas de cavidad espesadores N° 2	CE2		TS2	20	8,00	6,00	0,80	10,00	3	15,21	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,77	5,92	0,0991

PLANILLA DE CARGA Y CALCULO DE CONDUCTORES TABLERO SECCIONAL 3

DESTINO DEL CIRCUITO		DATOS DE LA CARGA						DATOS DEL CABLE											
Descripción del Circuito	Denom.	Tipo	Tablero Seccional	Long. (m)	P. Unit. (kW)	P. Unit. (kVAR)	cosφ	Pot. Instalada (kVA)	Nº de Fases	Ic (A)	Tipo	Sección (mm ²)	Formación (mm ²)	I adm (A)	F.C.	I corr (A)	ΔU (%)	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)
Bomba de agua potable	AP1		TS3	10	2,20	1,65	0,80	2,75	3	4,18	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,17	9,55	0,0995
Bomba hipoclorito de sodio N° 1	BH1		TS3	10	0,60	0,45	0,80	0,75	3	1,14	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,06	9,55	0,0995
Bomba hipoclorito de sodio N° 2	BH2		TS3	10	0,60	0,45	0,80	0,75	3	1,14	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,04	5,92	0,0991
Bomba de carga hipoclorito a tanque N° 1	CH1		TS3	10	0,40	0,30	0,80	0,50	3	0,76	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,03	5,92	0,0991
Bomba de carga hipoclorito a tanque N° 2	CH2		TS3	10	0,40	0,30	0,80	0,50	3	0,76	STX	2,5	4x2,5	27	0,80	21,55	0,03	5,92	0,0991

PLANILLA DE CARGA Y CALCULO DE CONDUCTORES TABLERO SECCIONAL 4

DESTINO DEL CIRCUITO	Denom.	Tipo	Tablero Seccional	DATOS DE LA CARGA				DATOS DEL CABLE											
				Long. (m)	P. Unit. (kW)	P. Unit. (kVAr)	cosφ	Pot. Instalada (kVA)	Nº de Fases	Ic (A)	Tipo	Sección (mm ²)	Formación (mm ²)	I adm (A)	F.C.	I corr (A)	ΔU (%)	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)
Soplador N° 1	SO1		TS4	10	11,20	8,40	0,80	14,00	3	21,30	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,83	5,92	0,0991
Soplador N° 2	SO2		TS4	10	11,20	8,40	0,80	14,00	3	21,30	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,83	5,92	0,0991
Soplador N° 3	SO3		TS4	10	11,20	8,40	0,80	14,00	3	21,30	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,83	5,92	0,0991
Soplador N° 4	SO4		TS4	10	11,20	8,40	0,80	14,00	3	21,30	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,83	5,92	0,0991
Soplador N° 5	SO5		TS4	10	11,20	8,40	0,80	14,00	3	21,30	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,83	5,92	0,0991
Soplador N° 6	SO6		TS4	10	11,20	8,40	0,80	14,00	3	21,30	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,83	5,92	0,0991
Soplador N° 7	SO7		TS4	10	11,20	8,40	0,80	14,00	3	21,30	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,83	5,92	0,0991
Soplador N° 8	SO8		TS4	10	11,20	8,40	0,80	14,00	3	21,30	STX	4	4x4	35	0,80	27,93	0,83	5,92	0,0991

PLANILLA DE CARGA Y CALCULO DE CONDUCTORES TABLERO SECCIONAL 5

DESTINO DEL CIRCUITO	Denom.	Tipo	Tablero Seccional	DATOS DE LA CARGA				DATOS DEL CABLE											
				Long. (m)	P. Unit. (kW)	P. Unit. (kVAr)	cosφ	Pot. Instalada (kVA)	Nº de Fases	Ic (A)	Tipo	Sección (mm ²)	Formación (mm ²)	I adm (A)	F.C.	I corr (A)	ΔU (%)	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)
Bomba sumergible N° 1	BS1		TS5	20	42,10	31,58	0,80	52,63	3	80,05	STX	25	3x35/16	115	0,80	91,77	0,92	0,663	0,076
Bomba sumergible N° 2	BS2		TS5	20	42,10	31,58	0,80	52,63	3	80,05	STX	24	3x35/16	115	0,80	91,77	0,92	0,663	0,076
Bomba sumergible N° 3 (futura)	BS3		TS5	20	42,10	31,58	0,80	52,63	3	80,05	STX	25	3x35/16	115	0,80	91,77	0,92	0,663	0,076

PLANILLA DE CARGA Y CALCULO DE CONDUCTORES TABLERO SECCIONAL 6

DESTINO DEL CIRCUITO				DATOS DE LA CARGA							DATOS DEL CABLE								
Descripción del Circuito	Denom.	Tipo	Tablero Seccional	Long. (m)	P. Unit. (kW)	P. Unit. (kVA)	cosp	Pot. Instalada (kVA)	Nº de Fases	Ic (A)	Tipo	Sección (mm ²)	Formación (mm ²)	I adm (A)	F. C.	I corr (A)	ΔU (%)	Resistencia (Ω/km)	Reactancia (Ω/km)
Iluminación normal oficinas	IN-O		TS6	20	1,50	0,49	0,95	1,58	1	7,18	STX	1,5	2x1x1,5+PE	18	0,80	14,36	1,99	17	0,103
Iluminación emergencia oficinas	IE-O		TS6	20	0,75	0,25	0,95	0,79	1	3,59	STX	1,5	2x1x1,5+PE	18	0,80	14,36	1,04	17	0,103
Iluminación exterior 1	IEXT-1		TS6	100	4,00	2,48	0,85	4,71	3	7,16	STX	2,5	4x2,5+PE	22	0,80	17,56	2,94	10,2	0,103
Iluminación exterior 2	IEXT-2		TS6	100	4,00	2,48	0,85	4,71	3	7,16	STX	2,5	4x2,5+PE	22	0,80	17,56	2,94	10,2	0,103
Iluminación exterior 3	IEXT-3		TS6	100	4,00	2,48	0,85	4,71	3	7,16	STX	2,5	4x2,5+PE	22	0,80	17,56	2,94	10,2	0,103
Aire acondicionado	AC-1		TS6	20	5,00	3,10	0,85	5,88	1	26,74	STX	4	2x1x4+PE	36	0,80	28,73	2,72	6,3	0,09
Aire acondicionado	AC-2		TS7	20	5,00	3,10	0,85	5,88	1	26,74	STX	4	2x1x4+PE	36	0,80	28,73	2,72	6,3	0,09
Toma corriente uso general	TUG		TS6	20	3,00	1,86	0,85	3,53	1	16,04	STX	2,5	2x1x2,5+PE	22	0,80	17,56	2,64	10,2	0,103

PLANILLA RESUMEN

Ítem	Tablero	Potencia Instalada [kW]	Tipo de tablero
TS1	Tablero Seccional 1	16,72	Exterior
TS2	Tablero Seccional 2	17,10	Interior
TS3	Tablero Seccional 3	4,20	Interior
TS4	Tablero Seccional 4	89,60	Interior
TS5	Tablero Seccional 5	84,30	Interior
TS6	Tablero Seccional 6	27,25	Interior
TOTAL INSTALADO		239,17	-

SE ADOPTAN LOS VALORES DE POTENCIA INSTALADA COMO CONSUMO DE CADA UNO DE LOS TABLEROS SECCIONALES Y DEL TGBT A FIN DE CONTEMPLAR CIERTO PORCENTAJE DE RESERVA PARA FUTURAS AMPLIACIONES