

EL PRESENTE DOCUMENTO INCLUYE LA MEMORIA TÉCNICA ELECTROMECÁNICA, ESTRUCTURAL, EL CRITERIO DE DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA A UTILIZAR PARA LA REMOCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE PROCEDENTE DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS DEL RESIDENCIAL CIUDAD VERDE, LOCALIZADO EN EL CORREGIMIENTO DE PLAYA LEONA, DISTRITO DE LA CHORRERA, PROVINCIA DE PANAMÁ OESTE, REPÚBLICA DE PANAMÁ, DE PROPIEDAD DE GANADERA JUAN PABLO S.A.

LOS CÁLCULOS ELECTROMECÁNICO Y MEMORIA DE DISEÑO DEL PRESENTE DOCUMENTO SON RESPONSABILIDAD DE INGENIERÍA TAMA, S. A.



LIC. MIGUEL AMAT BOGLE

Representante Legal

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.

Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com

MEMORIA DE DISEÑO

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.

Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA CIUDAD VERDE

CARACTERIZACIÓN

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Urbanización CIUDAD VERDE, en la finca inscrita en el Registro Público FINCA N° 1385 CODIGO 138-4A FOLIO 384 de propiedad de GANADERA JUAN PABLO S.A.. Estará localizada en las Coordenadas UTM 583806.54 mE 860001.82 mN y descargará en el Cuerpo Receptor Quebrada Perequetcito, localizado en las Coordenadas UTM 583850.00 mE 860001.82 mN.

Actualmente, en el proyecto se construirán 420 viviendas, con un hacinamiento asignado proyectado por vivienda de 4 personas con un consumo de agua de 302.8 litros por persona por día, del cual de este total el 80% va al sistema sanitario para constituir 242.2 litros por persona por día para representar una Carga Volúmica de 509 metros cúbicos de afluente diario. La Carga Másica está determinada por gpm mg/l, lo que representa un total de 132.18 kg/día.

Los valores tomados para diseño son como sigue:

VOLUMEN: **508.7 Metro Cúbico de Afluentes por día.**

CARACTERÍSTICAS DEL AFLUENTE DE ENTRADA:

DQO:	500 ~ 600 mg/l.	Carga de DBO₅:	132.18 Kg/dia
DBO₅:	225 ~ 250 mg/l.	Total de Sólidos S.:	123.19 Kg/dia
TSS:	233 ~ 283 mg/l.		
TKN:	33.34 mg/l.		
pH:	5.5 ~ 9		
ACEITES:	25 mg/l.		

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.

Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com

CLASIFICACIÓN DEL AFLUENTE CONFORME ANAM:

Se caracteriza como afluente de procedencia domiciliaria y por lo tanto, entra dentro de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme 83100, en donde se definen los parámetros de cumplimiento exigidos por nuestro Gobierno conforme la Norma DGNTI-COPANIT 35-2000.

	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Coliforme Total	< 1,000 Coli/100ml
Sólidos Suspensidos	35 mg/l
Sólidos Totales	550 mg/l
Turbidez	30 NTU
DBO ₅	35 mg/l
DQO	100 mg/l
DQO/DBO ₅	2.85
Conductividad (*)	320,000 mmho/cm
pH	5.5 ~ 9.0
Temperatura	± 3°C de la T. N.
Fósforo	5 mg/l

Los lodos serán retenidos, tratados y secados para cumplir con la norma DGNTI-COPANIT 47-2000 para que su destino final pueda considerarse en usos como fertilizante y abono agrícola.

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.

Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com

PROYECTO: ALTOS DE LA MITRA

Valor	Unidad	Variable	Descripción
134400.0	gpd	<i>Qf</i>	Caudal de alimentación inicial
0.005888	m ³ /s	<i>Qf</i>	Caudal de alimentación inicial
509	m ³ /d	<i>Qf</i>	Caudal de alimentación inicial
250.0	g/m ³	<i>Sf, S_o</i>	DBO soluble de la alimentación inicial
100.0	g/m ³	<i>Xvf</i>	VSS en la alimentación inicial
2.5	---	<i>FC_pico</i>	Factor de caudal de punta
233.3	gpm	<i>Qf_pico</i>	Caudal de punta
0.0147	m ³ /s	<i>Qf_pico</i>	Caudal de punta
50.0	g/m ³	<i>CaCO₃ alk</i>	Alcalinidad de la alimentación inicial
40.0	g/m ³	<i>ntk</i>	NTK de la alimentación inicial
1.0	g/m ³	<i>P</i>	Fósforo de la alimentación inicial
20.0	°C	<i>Tf,min</i>	Temperatura de la alimentación inicial, min.
35.0	°C	<i>Tf,max</i>	Temperatura de la alimentación inicial, max.

II. Datos sobre calidad del efluente

Valor	Unidad	Variable	Descripción
20.0	g/m ³	<i>DBO</i>	<i>Se</i> DBO soluble de efluente
22.0	g/m ³		Sólidos biológicos totales del efluente
0.65	--		Fracción biodegradable de ST del efluente
5.0	g/m ³	<i>Xve</i>	VSS en el efluente final
0.0	g/m ³	<i>Xnve</i>	NVSS en el efluente final (SS no volátiles)

III. Información para el diseño del reactor biológico

Valor	Unidad	Variable	Descripción
2500.0	g/m ³	<i>mlvss, X</i>	Sólidos volátiles en suspensión en el licor mezclado
16.0	d	<i>Theta_c</i>	Tiempo medio de retención celular del proyecto
2500.0	g/m ³	<i>Xva</i>	VSS en el reactor (= VSS efluente del reactor)
8000.0	g/m ³	<i>Xvu, ss_ret</i>	VSS en la descarga de la línea de retorno
0.80		<i>Fv</i>	Fracción de sólidos volátiles en el reactor
350.00	g/m ³	<i>DBO_u</i>	DBO último
0.68	--	<i>DBO_u/DBO</i>	Relación DBO_u / DBO
16.0	°C	<i>Ta, min</i>	Temperatura del aire ambiente, mín.
38.0	°C	<i>Ta, max</i>	Temperatura del aire ambiente, max.
0.02952	m ³ /g d	<i>k_20</i>	Cinética de consumo @ 20°C
0.5	kg mlvss/kg c	<i>Y</i>	Parámetro de la producción de biomasa
0.06	1/d	<i>kd_20</i>	Parámetro de la producción de biomasa @ 20°C
0.718	kg O ₂ /kg dbca		Parámetro de la utilización de oxígeno
0.0852	1/d	<i>b_20</i>	Parámetro de la utilización de oxígeno, @ 20°C

IV. Información de lodo de retorno

Valor	Unidad	Variable	Descripción
10,000.0	g/m ³	<i>ss_ret</i>	Sólido suspendido del lodo de retorno

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.
 Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com

V. Datos de la sedimentación

SSLM, g/m3	v_sed inicial, m/h
1,600.00	3.30
2,500.00	2.40
2,600.00	1.50
4,000.00	0.60
5,000.00	0.30
8,000.00	0.09

Podría ser SSV de la línea de retorno, según ejemplo

VI. Valor de los coeficientes cinéticos para lodos activados en aguas residuales domésticas

Valor	Unidad	Variable	Descripción
5.0	l/d	k	
60.0	g/m3 DBO5	K_s	
40.0	g/m3 DQO		
0.5	mgSSV/mgDBO	Y	
0.06	l/d	k_d	

Paso 1 - Cálculo de la concentración soluble de DBO5 en el efluente

1.1 - Calcular el DBO5 de sólidos suspendidos del efluente.

Valor	Unidad	Variable	Descripción
14.30	g/m3 DBO		Fracción biodegradable de los sólidos biológicos del efluente
1.42	---		mg O2 consumidos / mg células oxidadas
20.31	g/m3	DBO_u	DBO última de sólidos biodegradables del efluente
13.81	g/m3		DBO5 de sólidos suspendidos del efluente

1.2 - Calcular la DBO5 soluble del agua a tratar que escapa del tratamiento

Valor	Unidad	Variable	Descripción
6.2	g/m3 DBO	S	DBO5 soluble del agua a tratar que escapa del tratamiento

Paso 2 - Cálculo de la eficiencia

Valor	Unidad	Variable	Descripción
97.5%	%	E_s	Eficiencia basada en la DBO5 soluble
92.0%	%	E_global	Eficiencia global de la planta de tratamiento

Paso 3 - Cálculo del volumen del reactor

Valor	Unidad	Variable	Descripción
203	m3	V	Volumen del reactor
53626.5	gal	V	Volumen del reactor

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.
Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com

Paso 4 - Calcular la cantidad de lodo a extraer diariamente

Valor	Unidad	Variable	Descripción
0.2551	---	Y_{obs}	Y_{obs}
31.7	kg/d	P_x	Masa del fango volátil purgado
39.6	kg/d	$P_x(ss)$	Masa total del fango en base a los SST
28.4	kg/d		Masa a purgar

Paso 5 - Calcular la cantidad de fango a purgar si la purga es desde el reactor (suponer $Qe=Q$)

Valor	Unidad	Variable	Descripción
9	m ³ /d	Q_w	Caudal de purga

Paso 6 - Calcular la relación de recirculación (balance de masa)

Valor	Unidad	Variable	Descripción
2500	g/m ³		SSV en el aireador
8000	g/m ³		SSV en la línea de retorno
0.78	---		Relación Q_r/Q

Paso 7 - Calcular el tiempo de retención hidráulica del reactor

Valor	Unidad	Variable	Descripción
0.399	d	$Theta$	Tiempo de retención hidráulica
9.6	h	$Theta$	Tiempo de retención hidráulica

Paso 8 - Calcular la demanda de oxígeno basándose en la demanda carbonosa última, DBO_u

Valor	Unidad	Variable	Descripción
182.5	kg/d		Masa de DBO última utilizada
137	kg/d	$kg\ O_2/d$	Demanda de oxígeno, kgO ₂ /d

Paso 9 - Comprobar la relación F/M y el factor de carga volumétrica

Valor	Unidad	Variable	Descripción
0.25	l/d	F/M	Relación alimento/microorganismo
0.63	kgDBO/m ³ d	$Carga\ vol$	Carga volumétrica

Paso 10 - Cálculo del caudal de aire requerido

Valor	Unidad	Variable	Descripción
2.5%	%	E_{air}	Eficiencia de transferencia de oxígeno de aireadores
2.0	--	FS_{air}	Factor de seguridad en aireación
23.2%	%		Contenido de oxígeno en el aire
1.210	kg/m ³		Masa de oxígeno
488.031	m ³ /d	Q_{air_t}	Cantidad teórica de aire necesario
19521	m ³ /d	Q_{air_r}	Cantidad real de aire necesario
13.556	m ³ /min	Q_{air_r}	Cantidad real de aire necesario
27.1	m ³ /min	$Q_{air_r\ usado}$	Demanda de aire del proyecto (utilizado)

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.

Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com

Paso 11 - Comprobar el caudal de aire

Valor	Unidad	Variable	Descripción
38.4	m^3/m^3		Aire necesario por unidad de volumen
157.3	m^3/kg		Aire necesario por kg de DBO5 eliminado

Paso 14 - Cálculo de relación de recirculación necesaria para mantener SSLM en el reactor

Se saltan los pasos 12 y 13 debido a que no se cuenta normalmente con datos de sedimentación.

2500.0	g/m^3	$mlvss, X$	Sólidos volátiles en suspensión en el licor mezclado
3125.0	g/m^3	$SSLM$	Sólidos suspendidos del licor mezclado

Intervalo de división de la tabla		
SS fango fondo	Diferencia	Razon recirc.
8000	4875.0	0.64
9000	5875.0	0.53
10000	6875.0	0.45
11000	7875.0	0.4
12000	8875.0	0.35

Valor de límite inferior de los SS fango del fondo

Valor del límite superior de los SS fango de fondo

Paso 15 - Superficie de espesamiento necesaria en el decantador

SS fango fondo	SF_L, kg/m ² h	A, m ²
8000	4.20	26
9000	3.40	30
10000	2.85	34
11000	2.50	37
12000	2.10	43

Paso 16 - Cálculo de carga superficial para las cargas de sólidos

SS fango fondo	SF_L, kg/m ² h	CS, m ³ /m ² h
8000	4.20	0.816
9000	3.40	0.707
10000	2.85	0.624
11000	2.50	0.573
12000	2.10	0.493

Paso 17 - Comprobar que se cumplen las exigencias de clarificación

Valor	Unidad	Variable	Descripción
10000.00	g/m ³		Concentración de fango en el fondo, usado
0.366	m ³ /m ² h		Carga superficial correspondiente (tabla de arriba)
0.366	m/h		Velocidad de sedimentación correspondiente
4700	g/m ³		Concentración de fango del fondo correspondiente (sed.)
2463	m ²	A	Área
2.85	kg/m ² h	SF	Flujo de sólido limitante

Paso 18 - Estimar profundidad necesaria para el espezamiento

Valor	Unidad	Variable	Descripción
1.50	m		Profundidad mínima permisible en la zona clarificada del tanque
30%	%		Masa de fango retenida en el anque de sed. Sec.
7000			Concentración media de sólido en la zona de fango

18.1 - Calcular la masa de sólidos en el tanque de aireación

Valor	Unidad	Variable	Descripción
634.4	kg		Sólidos del tanque de aireación

18.2 - Calcular la masa de sólidos en el tanque de sedimentación

Valor	Unidad	Variable	Descripción
190.3	kg		Sólidos del tanque de sedimentación

18.3 - Calcular profundidad de la zona de fango en l tanque de sedimentación utilizado

Valor	Unidad	Variable	Descripción
0.01	m	d	Profundidad del tanque de sedimentación

18.4 - Capacidad de almacenamiento considerando el caudal de punta

Suposición de caudal de punta:

Caudal de punta sostenido de 2 días = $2.5 \times Q_{\text{medio}}$

Carga de punta sostenida de DBO en 7 días = $1.5 \times \text{DBO}_{\text{medio}}$

Ambas puntas se producen simultáneamente

Valor	Unidad	Variable	Descripción
1272.50	m^3/d	Q_{punta}	Caudal de punta
375	g/m^3	$\text{DBO}_{\text{punta}}$	Carga de DBO de punta
15	g/m^3	$\text{DBO}_{\text{eff_2}}$	Valor de DBO supuesto para condiciones críticas
116.86131	kg	P_{x_sp}	Producción de sólidos en condiciones críticas
233.72262	kg		Sólidos totales para 2 días de caudal de punta
0.02	m	d_{crit}	Profundidad de almacenamiento requerida cond. Crítica
1.54	m	d_{total}	Profundidad necesaria total

Paso 19 - Comprobar la carga superficial a caudal de punta

Valor	Unidad	Variable	Descripción
0.52	m^3/m^2d	CS_{punta}	Carga superficial al caudal de punta
0.02153	m^3/m^2h	CS_{punta}	Carga superficial al caudal de punta

Paso 20 - Preparación de tabla resumen para sedimentación

Valor	Unidad	Variable	Descripción
2463	m^2		Superficie
3.6	m		Profundidad (no incluye el resguardo)
425.7	h		Tiempo de retención medio
3125.0	g/m^3	SSLM	
2.85	kg/m^2h		Flujo de sólidos limitante
0.37	m^3/m^2h		Carga superficial a caudal medio
0.02	m^3/m^2h		Carga superficial a caudal punta

CÁLCULO DE DISEÑO DE INGENIERÍA

DATOS DEL PROYECTO

Afluente Promedio Diario	134,400	metros cub./dia
DBO5 del Afluente	250	mg/l
DBO5 Residual reducido por reacción anaeróbica	140	mg/l
DBO/DBO5	1.5	mg/l
Total de Sólidos Suspensidos	233	mg/l
Requerimiento de DBO5	35	mg/l
Requerimiento de VSS	35	mg/l
Suspendido Sólidos Biodegradable	65%	
Tiempo de retención de los sólidos	10	días
Oxígeno equivalente a masa celular	1	mg O ₂ /mg VSS
Porción biodegradable del VSS	0.370	mg/l
Total del DBO Carbonaceo del VSS	32	mg/l
DBO final del Efluente requerido	53	mg/l
DBO Soluble final	20	mg/l
Masa de Oxígeno Requerido para la DBO Carbonaceo	138	lb/dia

DEMANDA NITROGENOSO DE OXÍGENO

Requerimiento del NH ₄ del Efluente menor o igual	3.00	mg/l N
TKN del agua cruda	33.34	mg/L-N
TKN primario del Efluente	33.34	mg/L-N
TKN del Lodo de Desecho	30.34	mg/L-N
Anoxión designado para proveer destrificación:		
NO ₃ -N	5.00	mg/l
NO ₄ -N	1.00	mg/l
Masa de Oxígeno Requerido para la Nitrificación	69.96	mg/l

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE OXÍGENO CARBONACEO Y NITROGENADA

Total de la Demanda de Oxígeno Carbonaceo y Nitrogenada	208.20	lb/dia
Factor Alfa	0.7	Unidad
Factor Beta	0.95	Unidad
Residual de Oxígeno	2	mg/l
Saturación dada en altitud y Temperatura	9.17	Unidad
Temperatura de Operación	9.17	°C
Razón Estándard de la Transferencia de Oxígeno:	624.04	lb/dia
Vol. de Aire Requerido para la Transferencia de Oxígeno:	277.00	SCFM

CRITERIO DE INGENIERÍA

CÁMARA DE DESINFECCIÓN

Tiempo de Retención Hidráulica	0.45	horas & Frac.
Volumen de la Cámara de Desinfección	15.9	m ³
Largo de la Cámara	5.719	m
Ancho de la camara	2.500	m

SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Tiempo de Retención	1.6	horas & Frac.
Profundidad debajo de la línea de flotación	3.500	m
Area del tanque	508.7	m ²
Relación de Rectangularidad	3/1	veces
Largo del Reactor	5.720	m
Ancho del Reactor	1.906	Unidad
Carga Superficial con caudal promedio	1.945	m ³ /m ² /hora
Carga Superficial con caudal al 200% del promedio	0.9725	m ³ /m ² /hora
Velocidad de Arrastre calculado al caudal al 200% del promedio	0.0032	m/s
Velocidad de Arrastre Teórico (Shield y Camp)	0.0640	m/s
Velocidad de Arrastre - Relación de Seguridad	20.0	veces

MITIGACIÓN DE PROBLEMAS

La planta de tratamiento de residuos líquidos domiciliario ha sido diseñada previendo colapsos comunes que se presentan en las plantas de tratamientos convencionales. La mitigación de problemas se ha fundamentado en el diseño de un sistema que evita las principales causas, los cuales, se ha previsto la remoción de los componentes internos sin necesidad de vaciar las tinas y la carencia total de la energía eléctrica.

Las tinas son interconectadas en la parte superior de las paredes, eso que para vaciar una tina podemos utilizar bombas controladas por boyas para trasegar el efluente desde una cámara a la otra. El proceso continuaría sin interrupción.

Se utiliza el método “Airlift” para trasegar los lodos y la natilla flotante desde el clarificador hasta la cámara de aireación, mediante el uso de un soplador externo. Este sistema pueden ser desmontados y reparado sin necesidad de vaciar las tinas.

La planta incluye un sistema de monitoreo a través del panel de control, capaz de informar en tiempo real cuando una situación se presenta, identificando el posible daño, de manera que se pueda dar asistencia técnica de inmediato. Los daños comunes han sido programados para su detección mediante un PLC.



MEMORIA ESTRUCTURAL

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.

Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com



MEMORIA ELECTROMECÁNICA

Ingeniería TAMA, S. A

Altos de los Laureles, Calle B, Casa #21, Vía Fernando de Córdoba final, Panamá, R. de Panamá.

Tel: (507) 260 8856 Tel/Fax (507) 260 8857; email: info@tamapanama.com , www.tamapanama.com