

ANEXOS

Índice General de Anexos

Anexo A: Cálculos de diseño	59
A.1 Dimensiones Pretratamiento y Fosa Séptica	59
A.2 Dimensiones Humedal Artificial	60
A.3 Concentraciones esperadas	62
A.1 Aspectos Térmicos	63
Anexo B: Imágenes Complementarias	66
Anexo C: Presupuesto para cada Sistema de Tratamiento	70
Anexo D: Límites Máximos Permitidos Para la Descarga de A.R.	74

A.1 Cálculo de Pretratamiento y Tratamiento Primario

Tabla A.1, Resumen dimensionamiento de Rejas de desbaste y fosa séptica

Características Rejas del Canal de Desbaste								
Características de las rejas	Descarga 1 $AR = 38,4 \text{ m}^3/\text{s}$		Descargas 2 y 3 $AR = 134,4 \text{ m}^3/\text{s}$		Descargas 4 y 5 $AR = 46,08 \text{ m}^3/\text{s}$		Descargas 6 y 7 $AR = 134,4 \text{ m}^3/\text{s}$	
	Gruesos	Finos	Gruesos	Finos	Gruesos	Finos	Gruesos	Finos
Modo de funcionamiento	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
Anchura de los barrotos (mm)	20	7	20	7	20	7	20	7
Luz entre barrotos (mm)	50	10	50	10	50	10	50	10
Pendiente en relación a la vertical (grados)	45		45		45		45	
Velocidad de aprox. (m/s)	0,4		0,5		0,4		0,5	
Pérdida de carga (m)	0,008		0,03		0,01		0,03	
Resumen Cálculos Fosa Séptica								
Tiempo de retención (d)	1		1		1		1	
Velocidad de acumulación de lodo (lt/hab ³ d)	0,5		0,5		0,5		0,5	
Profundidad columna de agua (m)	1,5		1,5		1,5		1,5	
Resguardo materia flotante (m)	0,3		0,3		0,3		0,3	
Vaciado de lodos (d)	365		365		365		365	
Volumen de agua (m ³)	38,61		135,13		46,33		135,33	
Volumen de lodos (m ³)	73		255,5		87,6		255,5	
Volumen Total (m ³)	111,61		390,63		133,93		390,63	
Área Total (m ²)	62		217,02		74,41		217,02	
Ancho (m)	5,6		10,4		6,1		10,4	
Largo (m)	11,2		20,8		12,2		20,8	

A.2 Cálculo Dimensionamiento Humedales Artificiales

A.2.1 Propuesta 1: 1 Humedal Artificial

Cálculo de Área Superficial para modelo de remoción de DBO:

$$A_S = \frac{* LN \left(\frac{C_0}{C} \right)}{K_T * h * \eta}$$

La constante de reacción de primer orden se calcula mediante la ecuación 2:

$$K_T = 1,104 * 1,06^{T_2-20}$$

$$K_T = 1,104 * 1,06^{9,5-20} = 0,5987 (d^{-1})$$

$$A_S = \frac{353 \left(\frac{m^3}{dia} \right) * LN \left(\frac{220 \left(\frac{mg}{l} \right)}{35 \left(\frac{mg}{l} \right)} \right)}{0,5987(d^{-1}) * 0,65 (m) * 0,37} = 3635 (m^2)$$

$$T_{rh} = \frac{V}{Q} = \frac{\eta * A_S * h}{Q} = \frac{0,37 * 3635 * 0,65}{353} = 2,5 \text{ (días)}$$

Cálculo largo y ancho del humedal:

$$L = \frac{1}{h} * \sqrt{\frac{* A_S}{m * k_s}} = \frac{1}{0,65 (m)} * \sqrt{\frac{353 \left(\frac{m^3}{dia} \right) * 3635 (m^2)}{3 * 7000 \left(\frac{m^3}{m^2/d} \right)}} = 104 (m)$$

$$W = \frac{A_S}{L} = \frac{3635 (m^2)}{104 (m)} = 35 (m)$$

Tabla A.2, Órdenes de magnitud de la conductividad hidráulica (Reed S., C., 1995)

Tipo de material	Tamaño efectivo D10 (mm)	Porosidad, n (%)	Conductividad hidráulica ks (m3/m2/d)
Arena Gruesa	2	28-32	100-1000
Arena fina	8	30-35	500-5000
Grava fina	16	35-38	1000-10000
Grava media	32	36-40	10000-50000
Grava gruesa	128	38-45	50000-250000

Aspectos hidráulicos:

Gradiente Hidráulico:

$$s = \frac{m * h}{L} = \frac{3 * 0,65 (m)}{104 (m)} = 0,025$$

Velocidad de Darcy:

$$v = k_s * s = 7000 \left(\frac{m^3}{m^2/d} \right) * 0,025 = 0,0020 \left(\frac{m}{d} \right)$$

Pérdida de carga:

$$dh = \frac{* L}{K_s * w * h} = \frac{353 \left(\frac{m^3}{dia} \right) * 104 (m)}{7000 \left(\frac{m^3}{m^2/d} \right) * 35 (m) * 0,65 (m)} = 0,23 (m)$$

A.2.2 Propuesta 2: 4 Humedales Artificiales

Utilizando el mismo procedimiento de cálculo que en la propuesta de 1 humedal artificial se calculan las dimensiones y parámetros de los 4 humedales artificiales con planilla de cálculo Excel. Estos resultados se resumen en la tabla A.2. y A.3.

Tabla A.3, Resumen de cálculo de dimensiones de los 4 humedales artificiales

	Caudal (m ³)	T _{rh} (d)	Profundidad (m)	Área (m ²)	Largo (m)	Ancho (m)
Humedal 1	38,4	2,5	0,65	395,08	28	15
Humedal 2	134,4	2,5	0,65	1382, 8	56	25
Humedal 3	46,08	2,5	0,65	474	28	18
Humedal 4	134,4	2,5	0,65	1382,8	56	25

Tabla A.4, Resumen de cálculo de diseño hidráulico.

	Caudal (m ³)	Pendiente del fondo (%)	Gradiente hidráulico (m/m)	Velocidad de Darcy (m/d)	Pérdida de carga (m)
Humedal 1	38,4	0,7	0,031	0,0025	0,0084
Humedal 2	134,4	2	0,053	0,0043	0,029
Humedal 3	46,08	1	0,037	0,0030	0,010
Humedal 4	134,4	2	0,053	0,0043	0,029

A.3 Cálculo de Concentraciones esperadas

Se debe comprobar con las ecuaciones de degradación que cada contaminante esté dentro de los parámetros deseados.

$$C_i = \frac{C_0}{e^{\frac{K_T * A_s * h * \epsilon}{Q}}}$$

$$K_T = K_R * \theta_R^{(T_w - T_R)}$$

K_R : Constante de reacción a la temperatura de referencia (20°C) 1/d

T_w : Temperatura del agua considerada en el dimensionamiento, °C

T_R : Temperatura de referencia con la que se calculó θ_R , °C

θ_R : Coeficiente de temperatura, adimensional

C_i : Concentración de salida

C_0 : Concentración de entrada

Tabla A.5, Coeficientes de temperatura y constantes de reacción para 20°C

	DBO5	NH4+ (nitrificación)	NO3-(desnitrificación)	Coliformes
K_R	1,104	$0,0185 + 0,3922 * h_{rz}^{2,6077}$	1	2,6
θ_R	1,06	1,048	1,15	1,19

(Reed S., C., 1995)

➤ **Eliminación de coliformes:**

$$C_0 = \frac{C_i}{(1 + t * K_T)^n}$$

n : Número de estanques en serie

t : Tiempo de residencia hidráulico

➤ **Eliminación de materia en suspensión:**

$$C_0 = C_i * (0,1058 + 0,0011 * HLR)$$

$$HLR = \frac{100 * Q}{A_s}$$

HLR: Carga hidráulica

➤ **Eliminación de fósforo total:**

$$C_0 = C_i * \exp\left(-\frac{K_p}{HLR}\right)$$

K_p : Constante de reacción (2,73 cm/d.)

El desarrollo de las concentraciones finales se realiza en planilla Excel y los resultados se muestran en la tabla A.6.

Tabla A.6, Concentraciones estimadas para los contaminantes del agua residual.

	DBO	NH4+ (nitrificación)	NO3- (desnitrificación)	Coliformes	Fósforo	Sólidos suspendidos
Kt	0,565	0,239	0,201	0,353	2,73	
Ci	220	45	15	10000	8	220
Cf	32,737	20,063	7,620	1055,460	5,163	24,7847861
Rend.	0,851	0,554	0,491	0,894	0,354	0,887341881

Los valores de concentración a la salida del humedal son variables y orientativos, ya que el rendimiento de eliminación de contaminantes se ve afectado por la estación del año, tipo de vegetación, temperatura, etc.

A.4 Aspectos Térmicos

Las condiciones de temperatura en el humedal afectan tanto a las actividades físicas como a las biológicas en el sistema.

Tabla A.7, valores de conductividad para materiales típicos de un humedal (J. Lara, 1999)

Conductividad térmica de los componentes de un humedal SFS	
Material	K (W/m*°C)
Aire	0,024
Nieve nueva	0,08
Nieve vieja	0,23
Hielo (a 0 °C)	2,21
Agua (a 0 °C)	0,58
Capa de restos de vegetación	0,05
Grava seca	1,5
Grava saturada	2,0
Suelo seco	0,8

➤ **Energía ganada por el agua q_G :**

$$q_G = c_p * \delta * A_s * y * \eta$$

q_G : Energía ganada por el agua, J/°C

c_p : Capacidad de calor específico del agua, $\frac{J}{kg^\circ C}$

δ : Densidad del agua, kg/m³

A_s : Área superficial del humedal, m²

y : profundidad del agua en el humedal, m²

η : Porosidad del humedal

➤ **Calor perdido por el humedal q_L :**

$$q_L = (T_o - T_a) * U * \sigma * A_s * t$$

q_L : Energía perdida vía conducción a la atmósfera, J

T_o : Temperatura del agua que entra al humedal, °C

T_a : Temperatura promedio del aire durante el período considerado, °C

U : Coeficiente de transferencia de calor a la superficie del humedal, W/m²

σ : Factor de conversión, 86400 s/d

t : Tiempo de residencia hidráulica del humedal, d

➤ **Cálculo coeficiente de transferencia de calor U :**

$$U: \frac{1}{\left(\frac{y_1}{k_1}\right) + \left(\frac{y_2}{k_2}\right) + \left(\frac{y_3}{k_3}\right) + \left(\frac{y_4}{k_4}\right)}$$

$k_{(1-n)}$: Conductividad de las capas 1 a n, W/m°C

$y_{(1-n)}$: Espesor de las capas 1 a n, m

➤ **Cambio de temperatura en el humedal T_c :**

$$T_c = \frac{q_L}{q_G}$$

➤ **Temperatura del efluente T_e :**

$$T_e = T_0 - T_c$$

➤ **Temperatura promedio del agua en el humedal T_w :**

$$T_w = \frac{T_0 + T_e}{2}$$

Se desarrollan los cálculos de aspectos térmicos a través de planilla Excel y se muestran en la tabla A.8.

Tabla A.8, Aspectos Térmicos	
T_0 : temperatura del agua que entra (°C)	10
T_a : temperatura del aire (°C)	5
K_1 : vegetación (w/m*°C)	0,05
K_2 : grava seca(w/m*°C)	1,5
K_3 : grava saturada (w/m*°C)	2
γ_1 : Espesor vegetación (m)	0,1
γ_2 : Espesor grava seca (m)	0,1
γ_3 : Espesor grava saturada (m)	0,6
Coeficiente U	0,422535211
cp: Capacidad de calor específico del agua	4215
δ : Densidad del agua (kg/m3)	1000
q_G : Energía ganada (J/°C)	3726868928
q_L : Calor perdido (J)	2359543295
Cambio temperatura T_c	0,633116791
Temperatura efluente T_e	9,366883209
Temperatura promedio T_w	9,683441605

B. Imágenes Complementarias

B.1 Procesos de Depuración de los Humedales Artificiales

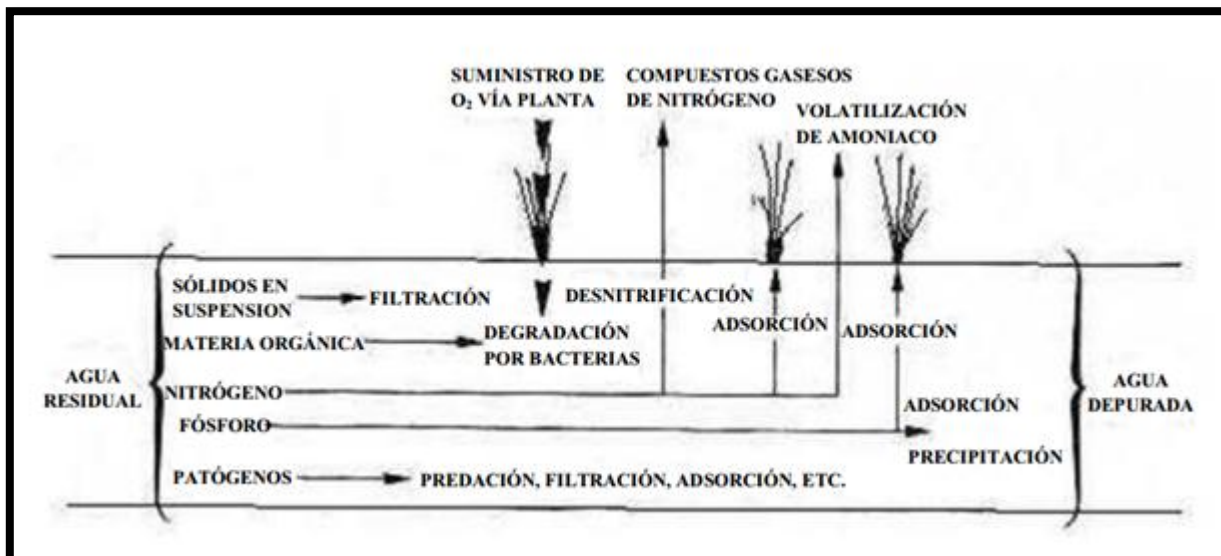


Imagen A.1, Procesos de depuración de los humedales artificiales. (Lara, J. 1999)

B.2 Componentes del humedal artificial

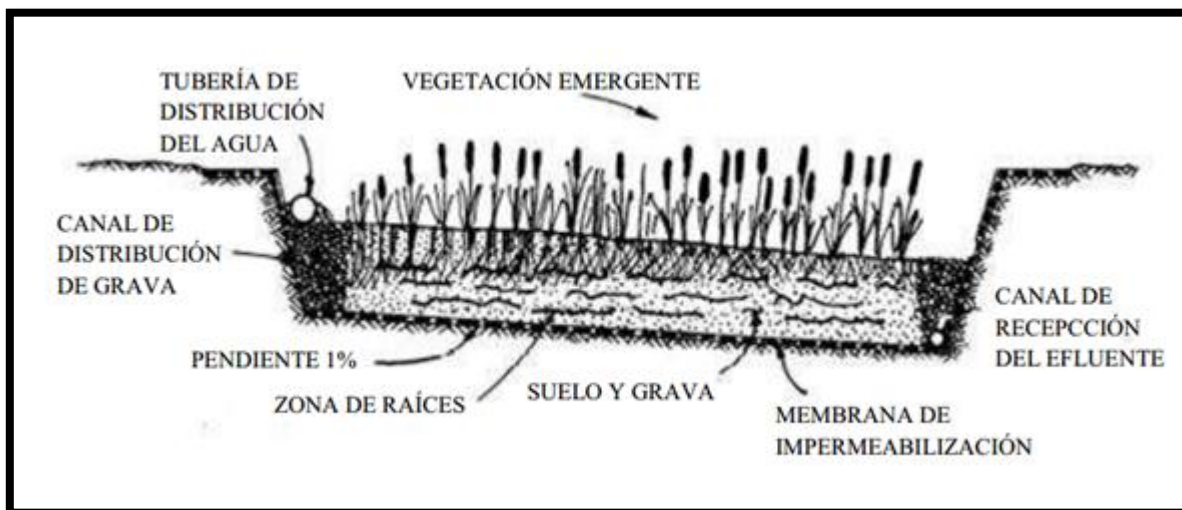


Imagen A.2, Vista longitudinal y componentes de un humedal subsuperficial. (EPA, 1998)

B.3 Evolución de los Indicadores de Contaminación

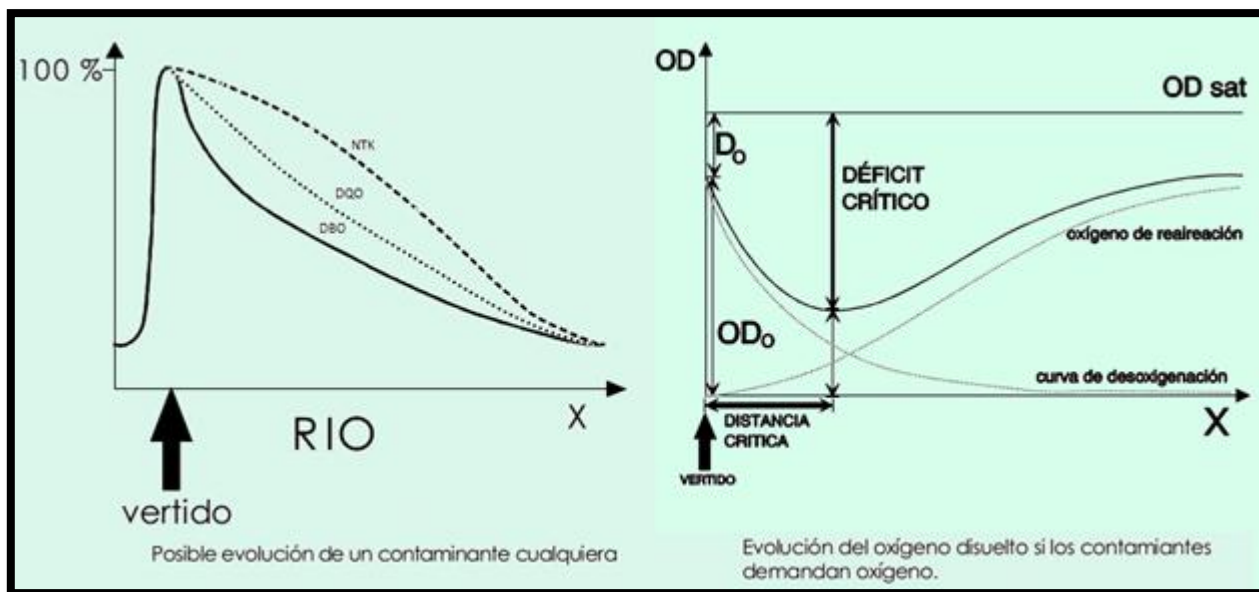


Imagen A.3, Curvas de evolución de los distintos indicadores de contaminación. (Suárez, 2008)

B.4 Plano Comunal

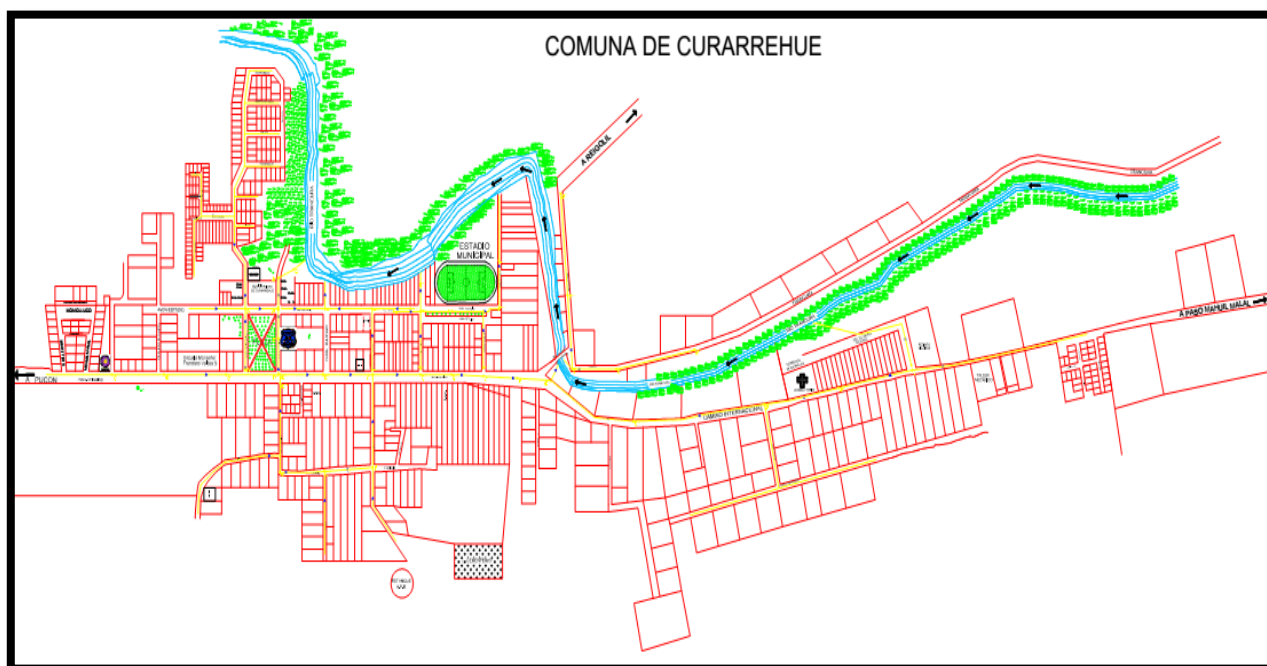


Imagen A.4, Plano Comunal de Curarrehue

B.5 Fotografías descargas de alcantarillado



Imagen A.5, Descarga de alcantarillado 1



Imagen A.6, descarga de alcantarillado 6, puente Trancura



Imagen A.7, Descarga de alcantarillado 4, Estadio Municipal



Imagen A.8, Descarga de alcantarillado 6, Estero Pulongo

C. Presupuesto de cada sistema de tratamiento

C.1 Humedal Artificial 1

PRESUPUESTO GENERAL PLANTA DE TRATAMIENTO 1					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (\$)	P. TOTAL (\$)
A	CONSTRUCCIÓN				
A.1	Trabajos Preliminares				
A.1.1	Limpieza de terrenos, medios manuales	m2	500	\$ 500	\$ 250.000
A.1.2	Limpieza de terrenos, medios mecánicos	m2	500	\$ 1.500	\$ 750.000
A.1.3	Transporte de residuos con camiones	m3	200	\$ 4.500	\$ 900.000
A.2	Pretratamiento: canal de desbaste				
A.2.1	Movimiento de tierra y nivelación de terreno	m3	15	\$ 6.000	\$ 90.000
A.2.3	Canal de Hormigón H-20	m3	5	\$ 90.000	\$ 450.000
A.2.4	Rejas manuales	u	2	\$ 100.000	\$ 200.000
A.3	Tratamiento primario: Fosa Séptica				
	Excavación de tierra	m3	150	\$ 6.000	\$ 900.000
	Muros Hormigón Armado, e=0,2 m	m3	11,7	\$ 90.000	\$ 1.053.000
	Losa de Hormigón Armado, e=0,2 cm	m2	18,6	\$ 90.000	\$ 1.674.000
A.4	Tratamiento principal: Humedal Artificial				
A.4.1	Movimiento de tierra y nivelación de terreno	m3	260	\$ 6.000	\$ 1.560.000
A.4.2	Impermeabilización con Membrana HDPE	m2	580	\$ 3.000	\$ 1.740.000
A.4.3	Arena de granulometría < 2mm.	m3	26	\$ 8.000	\$ 208.000
A.4.4	Grava	m3	215	\$ 10.000	\$ 2.150.000
A.4.5	Red Hidráulica				
	Tubería PVC hidráulico 90 mm.	m	45	\$ 2.000	\$ 90.000
	Tubería PVC corriente 110 mm	m	45	\$ 1.200	\$ 54.000
	Tubería HDPE pn6 90 mm.	m	10	\$ 4.000	\$ 40.000
A.4.6	Suministro y transporte de vegetación	m2	390	\$ 4.000	\$ 1.560.000
Total Etapa Constructiva					\$ 13.669.000
B	OPERACIÓN Y MANTENIMEINTO (\$/Anual)				
B.1	Podado de vegetación, 2 metros de altura	m2	390	\$ 500	\$ 195.000
B.2	Vaciado de lodos estanque de sedimentación	m3	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
B.3	Mantención común de las rejas de desbaste	-	2	\$ 15.000	\$ 30.000
Total Etapa Operación y Mantenimiento					\$ 1.725.000
C	COMPRA DE TERRENOS	m2	5000	\$ 2.500	\$ 12.500.000
D	CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS	m	120	\$ 100.000	\$ 12.000.000
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO					\$ 39.894.000

C.2 Humedal Artificial 2

PRESUPUESTO GENERAL PLANTA DE TRATAMIENTO 2					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (\$)	P. TOTAL (\$)
A	CONSTRUCCIÓN				
A.1	Trabajos Preliminares				
A.1.1	Limpieza de terrenos, medios manuales	m2	1000	\$ 500	\$ 500.000
A.1.2	Limpieza de terrenos, medios mecánicos	m2	1000	\$ 1.500	\$ 1.500.000
A.1.3	Transporte de residuos con camiones	m3	500	\$ 4.500	\$ 2.250.000
A.2	Pretratamiento: canal de desbaste				
A.2.1	Movimiento de tierra y nivelación de terreno	m3	16	\$ 6.000	\$ 96.000
A.2.3	Canal de Hormigón H-20	m3	8	\$ 90.000	\$ 720.000
A.2.4	Rejas manuales	u	2	\$ 100.000	\$ 200.000
A.3	Tratamiento primario: Fosa Séptica				
	Excavación de tierra	m3	420	\$ 6.000	\$ 2.520.000
	Muros Hormigón Armado, e=0,2 m	m3	21,9	\$ 90.000	\$ 1.971.000
	Losa de Hormigón Armado, e=0,2 cm	m2	65,1	\$ 90.000	\$ 5.859.000
A.4	Tratamiento principal: Humedal Artificial				
A.4.1	Movimiento de tierra y nivelación de terreno	m3	940	\$ 6.000	\$ 5.640.000
A.4.2	Impermeabilización con Membrana HDPE	m2	2715	\$ 3.000	\$ 8.145.000
A.4.3	Arena de granulometría < 2mm.	m3	129	\$ 8.000	\$ 1.032.000
A.4.4	Grava	m3	1004	\$ 10.000	\$ 10.038.500
A.4.5	Red Hidráulica				
	Tubería PVC hidráulico 90 mm.	m	80	\$ 2.000	\$ 160.000
	Tubería PVC corriente 110 mm	m	80	\$ 1.200	\$ 96.000
	Tubería HDPE pn6 90 mm.	m	10	\$ 4.000	\$ 40.000
A.4.6	Suministro y transporte de vegetación	m2	1383	\$ 4.000	\$ 5.532.000
Total Etapa Constructiva					\$ 46.299.500
B	OPERACIÓN Y MANTENIMEINTO (\$/Anual)				
B.1	Podado de vegetación, 2 metros de altura	m2	1383	\$ 500	\$ 691.500
B.2	Vaciado de lodos estanque de sedimentación	m3	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
B.3	Mantenición común de las rejas de desbaste	-	2	\$ 15.000	\$ 30.000
Total Etapa Operación y Mantenimiento					\$ 2.221.500
C	COMPRA DE TERRENOS	m2	10000	\$ 2.500	\$ 25.000.000
D	CONSTRUCCIÓN DE EMISARIO	m	250	\$ 100.000	\$ 25.000.000
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO					\$ 98.521.000

C.3 Humedal Artificial 3

PRESUPUESTO GENERAL PLANTA DE TRATAMIENTO 3					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (\$)	P. TOTAL (\$)
A	CONSTRUCCIÓN				
A.1	Trabajos Preliminares				
A.1.1	Limpieza de terrenos, medios manuales	m2	500	\$ 500	\$ 250.000
A.1.2	Limpieza de terrenos, medios mecánicos	m2	500	\$ 1.500	\$ 750.000
A.1.3	Transporte de residuos con camiones	m3	200	\$ 4.500	\$ 900.000
A.2	Pretratamiento: canal de desbaste				
A.2.1	Movimiento de tierra y nivelación de terreno	m3	15	\$ 6.000	\$ 90.000
A.2.3	Canal de Hormigón H-20	m3	5	\$ 90.000	\$ 450.000
A.2.4	Rejas manuales	u	2	\$ 100.000	\$ 200.000
A.3	Tratamiento primario: Fosa Séptica				
	Excavación de tierra	m3	150	\$ 6.000	\$ 900.000
	Muros Hormigón Armado, e=0,2 m	m3	12,8	\$ 90.000	\$ 1.152.000
	Losa de Hormigón Armado, e=0,2 cm	m2	22,3	\$ 90.000	\$ 2.007.000
A.4	Tratamiento principal: Humedal Artificial				
A.4.1	Movimiento de tierra y nivelación de terreno	m3	310	\$ 6.000	\$ 1.860.000
A.4.2	Impermeabilización con Membrana HDPE	m2	1195	\$ 3.000	\$ 3.585.000
A.4.3	Arena de granulometría < 2mm.	m3	55	\$ 8.000	\$ 440.000
A.4.4	Grava	m3	430	\$ 10.000	\$ 4.300.000
A.4.5	Red Hidráulica				
	Tubería PVC hidráulico 90 mm.	m	60	\$ 2.000	\$ 120.000
	Tubería PVC corriente 110 mm	m	60	\$ 1.200	\$ 72.000
	Tubería HDPE pn6 90 mm.	m	30	\$ 4.000	\$ 120.000
A.4.6	Suministro y transporte de vegetación	m2	475	\$ 4.000	\$ 1.900.000
Total Etapa Constructiva					\$ 19.096.000
B	OPERACIÓN Y MANTENIMEINTO (\$/Anual)				
B.1	Podado de vegetación, 2 metros de altura	m2	475	\$ 500	\$ 237.500
B.2	Vaciado de lodos estanque de sedimentación	m3	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
B.3	Mantenición común de las rejas de desbaste	-	8	\$ 15.000	\$ 120.000
Total Etapa Operación y Mantenimiento					\$ 1.857.500
C	CONSTRUCCIÓN DE EMISARIO	m	50	\$ 100.000	\$ 5.000.000
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO					\$ 25.953.500

C.4 Humedal Artificial 4

PRESUPUESTO GENERAL PLANTA DE TRATAMIENTO 4					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (\$)	P. TOTAL (\$)
A	CONSTRUCCIÓN				
A.1	Trabajos Preliminares				
A.1.1	Limpieza de terrenos, medios manuales	m2	1000	\$ 500	\$ 500.000
A.1.2	Limpieza de terrenos, medios mecánicos	m2	1000	\$ 1.500	\$ 1.500.000
A.1.3	Transporte de residuos con camiones	m3	500	\$ 4.500	\$ 2.250.000
A.2	Pretratamiento: canal de desbaste				
A.2.1	Movimiento de tierra y nivelación de terreno	m3	16	\$ 6.000	\$ 96.000
A.2.3	Canal de Hormigón H-20	m3	8	\$ 90.000	\$ 720.000
A.2.4	Rejas manuales	u	2	\$ 100.000	\$ 200.000
A.3	Tratamiento primario: Fosa Séptica				
	Excavación de tierra	m3	420	\$ 6.000	\$ 2.520.000
	Muros Hormigón Armado, e=0,2 m	m3	21,9	\$ 90.000	\$ 1.971.000
	Losa de Hormigón Armado, e=0,2 cm	m2	65,1	\$ 90.000	\$ 5.859.000
A.4	Tratamiento principal: Humedal Artificial				
A.4.1	Movimiento de tierra y nivelación de terreno	m3	940	\$ 6.000	\$ 5.640.000
A.4.2	Impermeabilización con Membrana HDPE	m2	2715	\$ 3.000	\$ 8.145.000
A.4.3	Arena de granulometría < 2mm.	m3	129	\$ 8.000	\$ 1.032.000
A.4.4	Grava	m3	1003,85	\$ 10.000	\$ 10.038.500
A.4.5	Red Hidráulica				
	Tubería PVC hidraulico 90 mm.	m	80	\$ 2.000	\$ 160.000
	Tubería PVC corriente 110 mm	m	80	\$ 1.200	\$ 96.000
	Tubería HDPE pn6 90 mm.	m	10	\$ 4.000	\$ 40.000
A.4.6	Suministro y transporte de vegetación	m2	1383	\$ 4.000	\$ 5.532.000
Total Etapa Constructiva					\$ 46.299.500
B	OPERACIÓN Y MANTENIMEINTO (\$/Anual)				
B.1	Podado de vegetación, 2 metros de altura	m2	1383	\$ 500	\$ 691.500
B.2	Vaciado de lodos estanque de sedimentación	m3	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
B.3	Mantención común de las rejas de desbaste	-	2	\$ 15.000	\$ 30.000
Total Etapa Operación y Mantenimiento					\$ 2.221.500
C	CONSTRUCCIÓN DE EMISARIO	m	250	\$ 100.000	\$ 25.000.000
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO					\$ 73.521.000

D. Límites Máximos Permitidos

Para descargas de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales el límite máximo permitido según lo establece el D.S. 90 en la Tabla N°1 se puede modificar si se considera la capacidad de dilución del cuerpo receptor, incrementando las concentraciones límites establecidas en la primera tabla.

Tabla N°1, límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpo de agua fluviales.
Tabla N°2, límites máximos permitidos considerando la capacidad de dilución del receptor.

Contaminantes	Unidades	Expresión	Límite máximo permitido tabla N° 1	Límite máximo permitido tabla N° 2
Aceites y Grasas	mg/L	AyG	20	50
Aluminio	mg/L	Al	5	10
Arsénico	mg/L	As	0,5	1
Boro	mg/L	B	0,75	3
Cadmio	mg/L	Cd	0,01	0,3
Cianuro	mg/L	CN*	0,20	1
Cloruros	mg/L	Cl*	400	2000
Cobre Total	mg/L	Cu	1	3
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000	1000
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5	1
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr6+	0,05	0,2
DBO5	Mg O2/L	DBO5	35*	300
Fósforo	mg/L	P	10	5
Fluoruro	mg/L	F-	1,5	15
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10	50
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5	10
Manganeso	mg/L	Mn	0,3	3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001	0,01
Molibdeno	mg/L	Mo	1	2,5
Níquel	mg/L	Ni	0,2	3
Nitrógeno Total K	mg/L	NKT	50	75
Pentaclorofenol	mg/L	C6OHC15	0,009	0,01
Ph	-	pH	6,0-8,5	6,0-8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05	0,5
Poder Espumógeno	mg/L	PE	7	7
Selenio	mg/L	Se	0,01	0,1
Sólidos Susp. Totales	mg/L	SS	80*	300
Sulfatos	mg/L	SO42-	1000	2000
Sulfuros	mg/L	S2-	1	10
Temperatura	C°	T°	35	40
Tetracloroetano	mg/L	C2Cl4	0,04	0,4
Tolueno	mg/L	C6H5CH3	0,7	7
Triclorometano	mg/L	CHCl3	0,2	0,5
Xileno	mg/L	C6H4C2H6	0,5	5
Zinc	mg/L	Zn	3	20