



**PROYECTO REGIONAL
SISTEMAS INTEGRADOS DE TRATAMIENTO Y USO DE AGUAS RESIDUALES EN
AMÉRICA LATINA: REALIDAD Y POTENCIAL**

**Convenio : IDRC – OPS/HEP/CEPIS
2000 - 2002**

GUIA DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS GENERALES

Esta guía constituye el principal material de apoyo para la elaboración de los estudios generales y tiene la finalidad de facilitar la sistematización de la información existente. Del mismo modo, permitirá estandarizar la información de los 20 estudios para su evaluación comparativa final.

Consta de una serie de cuadros y cuestionarios, que se podrán utilizar en forma optativa según sea la situación de cada caso. Se entiende que estos datos podrán ser llenados según la disponibilidad de la información existente.

A continuación se describen los puntos específicos propuestos para cada tema contemplado en los términos de referencia:

1. RESUMEN

Hacer una descripción muy breve sobre el proyecto, sin que este exceda más de una página. Este resumen debe considerar información general sobre los siguientes puntos:

- Ubicación, clima, población y actividades más importantes de la ciudad estudiada.
- Cobertura de alcantarillado, disposición actual de las aguas residuales y los problemas que genera.
- Situación actual de la planta de tratamiento y de áreas agrícolas abastecidas por las aguas residuales de la ciudad.
- Situación económica actual de los sistemas de tratamiento y reuso.
- Identificación del principal impacto ambiental.
- Aspectos socioculturales y legales relevantes de la experiencia de reuso.
- Planteamiento general para una propuesta de integración.
- Principales conclusiones y recomendaciones.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Situación de las aguas residuales a nivel nacional

Realizar una breve descripción de la situación del manejo de las aguas residuales **en el nivel nacional**: datos de número de ciudades por tamaño, población, dotación de agua potable, cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, y superficie agrícola regada con aguas residuales con o sin tratamiento, entre otros.

Las tablas 1 y 2 sistematizan estos requerimientos y pueden ser llenadas de acuerdo a las directivas establecidas para los formatos 1 y 3 del “Inventario sobre la situación actual de las aguas residuales domésticas en América Latina”.

**Tabla 1. Situación actual de las aguas residuales en el país.....
por grupo de tamaño de ciudades.**

PAÍS:		Responsable de la información						
Población total (miles de habitantes)		Profesional:						
		Cargo:						
		Institución:						
		E-mail:						
		Fecha del inventario (aa/mm/dd):						
Categoría de las ciudades	Tamaño de población (miles habitantes)	Número de ciudades	Población urbana (miles habitantes)	Dotación de agua potable l/hab/día	Población servida con red de alcantarillado (%)	Agua residual con tratamiento (%)	Superficie agrícola regada (ha) con:	
							Agua residual tratada	Agua residual no tratada
Muy pequeña	De 2 a 10							
Pequeña	De 10 a 100							
Intermedia	De 100 a 1,000							
Grande	Mayor de 1,000							
TOTAL								
Fuente de información:								

2.2 Situación de las aguas residuales en el nivel local

Realizar una breve descripción de la situación del manejo de las aguas residuales **en el ámbito de la ciudad de estudio** (cobertura de tratamiento, disposición final, impacto en la calidad de las aguas, uso de aguas residuales, etc.) y su relación con los indicadores de salud e impacto ambiental que estén disponibles.

2.3 Importancia del estudio

Explicar en forma muy breve cómo la propuesta de un sistema integrado de tratamiento y uso de las aguas residuales de la **ciudad de estudio** podría contribuir a solucionar los **principales** problemas ambientales, de salud y socioeconómicos, ocasionados por el actual manejo de sus aguas residuales domésticas.

3. OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar el manejo de las aguas residuales y su uso actual o potencial en la **ciudad de estudio**, con el propósito de proponer un **sistema integrado**.

3.2 Específicos

Dependiendo de la situación en cada caso, el estudio adoptará los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar las condiciones existentes del sistema de alcantarillado y/o tratamiento de las aguas residuales.
- Evaluar las actividades de uso actual o potencial de dichas aguas residuales.
- Evaluar en forma preliminar el contexto socioeconómico del sistema existente.
- Formular una propuesta preliminar para un sistema integrado de tratamiento y uso de aguas residuales.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Nombre de la ciudad o cuenca: _____

4.2 Ubicación geográfica

Indicar las señales de localización siguientes:

- Ubicación política: (distrito, provincia, departamento, estado u otra división política del país).
- Ubicación por coordenadas geográficas: longitud, latitud y altitud.
- Distancia y posición cardinal respecto a la capital del país.
- Ubicación de la ciudad en la cuenca.
- Importancia administrativa.

Adjuntar un mapa nacional y otro de localización del proyecto.

4.3 Clima

Describe el tipo de clima preponderante en la zona, utilizando alguna(s) de las siguientes palabras clave:

seco húmedo tropical subtropical templado otros(especificar)_____

Llenar los datos de temperatura, precipitación y humedad relativa en la tabla 3, usando el promedio de los últimos 10 años, si es posible.

Tabla 3. Datos mensuales de temperatura, precipitación y humedad relativa de la cuenca

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Temperatura del aire (°C):												
Máxima												
Mínima												
Media												
Precipitación (mm):												
Total												
Humedad relativa (%):												
Máxima												
Mínima												
Media												
Periodo de información : De 19.. a												

Tratar de absolver las siguientes preguntas sobre los vientos:

¿Se considera que los vientos dominantes en la zona influyen marcadamente sobre la producción de los cultivos en la zona? Sí No

¿El viento actúa como agente transportador de partículas potencialmente perjudiciales?
 Sí No

¿Cuales? : sales contaminantes industriales otros: _____

4.4 Descripción del ecosistema de la cuenca

a. Características fisiográficas

Indicar la altitud en los terrenos donde se ejecutará el proyecto:

- Máxima: _____ m.s.n.m.
- Mínima: _____ m.s.n.m.

Si es posible, adjuntar un mapa con rangos de pisos altitudinales, indicando la posición de la ciudad.

Describir brevemente los tipos de formaciones vegetales preponderantes:

Indicar las siguientes áreas de la cuenca (en hectáreas):

- Total:
- Urbana:
- Rural:
- Cultivada:

b. Recursos hídricos

Mencionar los principales recursos hídricos (de preferencia cuantificados):

- aguas superficiales:
- precipitación:
- aguas subterráneas:

Especificar el porcentaje de agua que se distribuye entre las principales actividades:

- agricultura:
- industria:
- recreación:
- consumo humano:
- otros (especificar):

Indicar los factores que afectan la calidad del agua para la agricultura:

- metales pesados:
- desechos industriales:
- desechos urbanos:
- sales:
- sedimentos:
- otros (especificar):

c. Recursos naturales

Hacer una breve descripción de los principales recursos naturales de la cuenca, indicando el volumen de reservas y la posibilidad de su aprovechamiento.

Resaltar las zonas y recursos protegidos, identificando aquellos con mayor fragilidad frente a las actividades humanas.

4.5 Población

Aplicar la tabla 4 para los datos población, total, urbana, rural de la cuenca estudiada. Incluir la estructura de la población económicamente activa, especificando las poblaciones con empleo, subempleo y desempleo abierto.

Tabla 4. Variación histórica de la población total y económicamente activa de la cuenca

Miles de habitantes	Año						Tasa Crec. Anual prom.	Proyección año 2020
	1995	1996	1997	1998	1999	2000		
POBLACIÓN TOTAL								
- Urbana								
- Rural								
POBLACIÓN ECONOM. ACTIVA								
- Empleo								
- Subempleo								
- Desempleo Abierto								

4.6 Actividades económicas

Utilizar la tabla 5 para señalar el orden de importancia y una breve descripción de las principales actividades económicas de la cuenca.

Tabla 5. Principales actividades económicas de la cuenca

Orden de importancia	Actividad	Breve Descripción
	Minería:	
	Agricultura:	
	Industria:	
	Energía:	
	Silvicultura:	
	Pesquería:	
	Turismo y recreación:	
	Otras:	

Llenar la tabla 6 con los datos históricos del producto bruto interno para las principales actividades económicas antes indicadas. Se está proponiendo un periodo de 6 años (1995-2000), que deberá ser llenado en la medida que existan los datos correspondientes.

Tabla 6. Variación histórica del Producto Bruto Interno por sectores y el Ingreso per capita en la cuenca

	Año					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PRODUCTO BRUTO INTERNO POR SECTORES (Miles de EUA\$)						
Actividad primaria						
- Agricultura						
- Pecuaria						
- Forestal						
- Pesca						
- Minería						
- Petróleo						
Actividad Secundaria						
- Manufactura						
- Construcción						
Actividad Terciaria						
- Comercio						
- Transporte						
- Servicios Financieros						
- Administración Pública						
- Otros Servicios						
Ingreso per cápita US\$						

4.7 Actividad agrícola de la cuenca

- a. *Extensión actual y potencial de tierras asignadas a las actividades agrarias de la cuenca*

Aplicar la tabla 7 para identificar las extensiones de tierras destinadas actualmente a las actividades agrícolas, pecuaria y/o forestal. Añadir las extensiones consideradas potencialmente aptas para las mismas actividades (ha).

Tabla 7. Extensión actual y potencial de tierras asignadas a las actividades agrarias de la cuenca.....(en hectáreas)

ACTIVIDADES	EXTENSIÓN ACTUAL	EXTENSIÓN POTENCIAL ADICIONAL
Agricultura		
Ganadería		
Silvicultura		
Áreas paisajistas		
Otras		

Utilizar la tabla 8 para citar las extensiones de los principales cultivos agrícolas temporales y perennes, plantaciones forestales y áreas paisajísticas de la cuenca. Se deberá incluir un máximo de 4 cultivos por grupo. Los cultivos con más de 2 años pueden ser considerados como perennes. Las áreas denominadas paisajísticas se refieren a aquellas destinadas a la protección de ecosistemas y a la recreación y/o mejora del paisaje urbano o periurbano.

Tabla 8. Extensión de tierras asignadas por tipo de cultivo (en hectáreas)

CULTIVOS PRINCIPALES	ÁREA TOTAL	ÁREA REGADA CON AGUA RESIDUAL
Cultivos temporales:		
1		
2		
3		
4		
Cultivos perennes		
1		
2		
3		
4		
Plantaciones forestales		
1		
2		
Áreas paisajistas		

b. Características de los suelos

Mencionar en la tabla 9 las principales características de los tres grupos de suelos predominantes o más comunes de la cuenca, especialmente los de uso agrícola actual.

Tabla 9. Características de los principales grupos de suelos agrícolas de la cuenca

CARACTERÍSTICA	GRUPO 1:	GRUPO 2:	GRUPO 3:
Textura:			
Contenido de materia orgánica:			
pH:			
Conductividad eléctrica:			
C.I.C.:			
Profundidad:			
Pendiente:			

c. *Fuentes de abastecimiento de agua*

Mediante el uso de la tabla 10, enumerar las principales fuentes de abastecimiento de aguas de la actividad agrícola, indicando el nombre de la fuente y sus caudales mensuales promedio, máximo y mínimo. En el caso de las aguas subterráneas se estimará el caudal de bombeo para el riego agrícola de la cuenca, mientras que para la precipitación se indicará los milímetros mensuales.

Tabla 10. Caudales de las fuentes de abastecimiento de agua en la cuenca

FUENTE	NOMBRE	CAUDAL (m ³ /s)		
		PROMEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
PRECIPITACIÓN (mm)				
Superficiales				
Subterráneas				
Residuales				

d. *Sistemas de riego imperantes en la zona*

Mencionar en la tabla 11 los sistemas de riego por gravedad (inundación y surcos) y presurizados (aspersión, microaspersión y goteo), indicando la extensión de hectáreas regadas y las tasas aplicadas actualmente.

Tabla 11. Sistemas de riego aplicados en las tierras agrícolas de la cuenca

SISTEMAS DE RIEGO	ÁREA REGADA (ha)	TASA APLICADA (m ³ /ha/año)
Inundación		
Surcos		
Aspersión		
Microaspersión		
Goteo		
Otros		

e. *Características generales del manejo agronómico de los cinco principales cultivos de la cuenca*

Completar la tabla 12 con las principales características de los 5 cultivos agrícolas más importantes de la cuenca. En casos excepcionales, se puede incluir algún cultivo con menor área sembrada que otros, siempre que su valor económico o su potencial así lo justifique.

Tabla 12. Características generales del manejo agronómico de los cinco principales cultivos de la cuenca

DETALLES DEL MANEJO AGRONÓMICO	CULTIVO 1:	CULTIVO 2:	CULTIVO 3:	CULTIVO 4:	CULTIVO 5:

Sistema de cultivo: monocultivo (M) o policultivo (P)					
Tipo de abastecimiento de agua preponderante: ▪ Por secano (S) o bajo riego (R)					
Consumo de agua por campaña (m³/ha) :					
Nivel tecnológico: bajo (B), medio (M) o alto (A)					
Nivel de mecanización: ▪ Bajo (B), medio (M) o alto (A) ▪ Relación porcentual entre el uso de tracción animal y uso de maquinaria (A/M)					
Tipo de semilla utilizada: ▪ Tradicional (T), mejorada (M) o híbrida (H)					
Abonamiento orgánico: ▪ Fuente de materia orgánica: ▪ Disponibilidad : escasa (E), media (M) o abundante (A) ▪ Volumen utilizado (TM/ ha/año):					
Tasas de fertilización química NPK (kg/ha/año):					
Uso de agroquímicos: ▪ Producto más aplicado: ▪ Número de aplicaciones por campaña:					
Productividad (kg/ha): ▪ Promedio: ▪ Máxima: ▪ Máxima potencial:					
Requerimientos de mano de obra ▪ Jornales/ha/campaña					

f. *Integración entre actividad agrícola y otras actividades*

Describir brevemente los tipos de integración entre agricultura y otras actividades, tales como la ganadería, procesamiento de alimentos, turismo rural, etc. Resaltar su potencial de crecimiento.

- Ganadería: _____

- Procesamiento de alimentos: _____

- Turismo rural: _____

- Otros: _____

4.8 Abastecimiento de agua y saneamiento de la ciudad

a. *Entidad administradora del servicio de agua potable y saneamiento:*

- Nombre: _____
- Dirección: _____
- Teléfonos: _____
- Fax: _____
- Responsable: _____

Entidad Privada Entidad mixta Empresa Municipal
Empresa Estatal Otra modalidad (especifique) _____

Población urbana dentro del ámbito de responsabilidad de la administración de los servicios de agua y saneamiento: _____ habitantes.

b. *Sistema de abastecimiento de agua potable:*

- Fuente de abastecimiento de agua:

Superficial Subterránea
- Componentes del sistema de abastecimiento de agua:

Llenar la tabla 13 para especificar los componentes del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad estudiada. Indicar el tipo y cantidad de cada componente.

Tabla 13. Componentes de los sistemas de abastecimiento de agua de la ciudad de

Componente	Si	No	Cantidad	Tipo
Captaciones superficiales				
Almacenamiento de agua cruda				
Pozos				
Planta de tratamiento				
Reservorios				
Estaciones de bombeo				
Línea de conducción				
Línea de aducción				
Redes con conexión domiciliaria				
Redes con piletas públicas				

- Caudal medio diario de agua potable: _____ l/s
- Cobertura del servicio de agua potable: _____ %
- Número de conexiones domiciliarias de agua: _____ conexiones
- Población servida con agua potable:
 - Con conexión domiciliaria: _____ habitantes
 - Con piletas públicas: _____ habitantes
 - Con otros medios (Ej: camiones cisterna) _____ habitantes
- Dotación media de agua potable: _____ litros/(habitante.día)

c. Sistema de manejo de aguas residuales:

- Tipo de sistema de manejo de aguas residuales, disposición de excretas y drenaje pluvial:

	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<u>% Población servida</u>
Red de alcantarillado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Letrinas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Otros: especifique: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Tipo de alcantarillado sanitario:

<input type="checkbox"/> Separativo	<input type="checkbox"/> Combinado
-------------------------------------	------------------------------------

- Características generales del sistema de alcantarillado:

Indicar en la tabla 14 los componentes del sistema de alcantarillado de la ciudad estudiada. Señalar el tipo y cantidad de cada componente.

Tabla 14. Componentes del sistema de alcantarillado de la ciudad de.....

Componente	Si	No	Cantidad	Tipo
Red de colección de aguas residuales				
Cámaras de bombeo de aguas residuales				
Línea de impulsión				
Emisor				
Plantas de tratamiento de aguas residuales				
Reutilización de las aguas residuales				
Disposición final				
Drenaje pluvial				

- Cobertura de tratamiento de aguas residuales: _____%

d. Disposición final de las aguas residuales:

- Puntos de descarga:

Enumerar en la tabla 15 los puntos de descarga, el lugar de disposición final y los caudales vertidos por cada sistema de alcantarillado de la ciudad, incluyendo los efluentes de las plantas de tratamiento existentes.

Tabla 15. Disposición final de las aguas residuales según los puntos de descarga existentes en la ciudad de

N° de descarga	Cuerpo receptor (marcar con X)			Caudal de descarga (l/s)
	Río	Lago	Mar	
Descarga 1:				
Descarga 2:				
Descarga 3:				
Otras descargas menores:				

- Características de los cuerpos receptores:

Nombre del cuerpo receptor: _____

Tipo de ambiente acuático:

- Embalse (construido por el hombre)
- Lago o laguna
- Quebrada o arroyo (flujo de agua intermitente durante todo el año)
- Río (flujo de agua continuo todo el año). Caudal de estiaje: _____m³/s
- Estuario
- Bahía
- Mar abierto
- Otros (explique): _____

El principal uso del cuerpo receptor es:

- como fuente de abastecimiento de agua para la ciudad
- para la irrigación de vegetales de consumo crudo
- para riego de otros cultivos
- como lugar de captura de peces u otros organismos acuáticos
- para fines de recreación (balneario)
- otros usos. Especifique: _____

Para descarga al mar, indicar la longitud del emisario de descarga: _____metros

Para descarga en lagos o embalses, señalar el nivel trófico actual:

- Oligotrófico
- Mesotrófico
- Eutrófico

Indicar el nutriente limitante (Nitrógeno o Fósforo): _____

- Para descarga en ríos, llenar la tabla 16 los datos de la calidad de las aguas antes y después del punto de descarga:

Tabla 16. Indicadores de calidad del agua del río, antes y después del punto de descarga de las aguas residuales

Parámetro	Aguas arriba	Aguas abajo
DBO ₅ (mg/l)		
Coliformes fecales (NMP/100 ml)		
Oxígeno disuelto (mg/l)		
Caudal de estiaje (m ³ /s)		

e. Aspectos económicos y financieros de la administración

- Gastos operacionales mensuales (EUA\$):

Personal: \$ _____/mes
Materiales e insumos: \$ _____/mes
Equipos: \$ _____/mes
Energía \$ _____/mes
Servicios de terceros \$ _____/mes

- Modalidad de tarifas:

Las tarifas por el servicio de agua y alcantarillado se establece por:

- Cargos fijos
 Micromedición % de micromedición: _____
 Por decisión de los usuarios
 Otro (especificar): _____

Tipo de tarifas:

- Únicas para todos los usuarios
 En función al tipo de usuario (social, residencial, comercial, industrial)

Los montos de las tarifas mensuales son (EUA \$):

	<u>Agua</u>	<u>Alcantarillado</u>
<input type="checkbox"/> Social	\$ _____/mes	\$ _____/mes
<input type="checkbox"/> Residencial	\$ _____/mes	\$ _____/mes
<input type="checkbox"/> Comercial	\$ _____/mes	\$ _____/mes
<input type="checkbox"/> Industrial	\$ _____/mes	\$ _____/mes
<input type="checkbox"/> Otro tipo	\$ _____/mes	\$ _____/mes

Otros aspectos relativos a tarifas:

¿El índice de morosidad es de qué nivel? _____%

¿Existe cobranza coactiva u otro medio de presión? Sí No

Los derechos de conexión domiciliaria son: Agua EUA\$ _____
Alcantarillado EUA\$ _____

- Las recaudaciones son:

- Insuficientes
- Suficientes para cubrir los costos operacionales
- Suficientes para cubrir los costos operacionales y deudas
- Suficientes para cubrir costos operacionales, deudas y nuevas inversiones

¿Los recursos económicos de la administración son suficientes? Sí No

¿La administración tiene capacidad de endeudamiento? Sí No

¿Actualmente la administración está pagando alguna deuda? Sí No

f. Programa de inversiones en agua y saneamiento:

- En agua potable:

¿La administración tiene programada la ejecución de inversiones para rehabilitar, mejorar o ampliar el sistema de agua potable? Sí No

Especificar en la tabla 17 los montos de inversión programados por lo menos durante los siguientes cinco años, señalando las asignaciones para rehabilitación, mejoramiento y ampliación.

Tabla 17. Monto de inversiones anuales programadas hasta el año 2005 en la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad (miles de EUA\$).

Componente	2001	2002	2003	2004	2005
Rehabilitación					
Mejoramiento					
Ampliación					

¿La administración tiene programada la ejecución de inversiones para rehabilitar, mejorar o ampliar el sistema de alcantarillado? Sí No

Montos de inversión programados (miles de EUA\$):

- En saneamiento:

¿La administración tiene programada la ejecución de inversiones para rehabilitar, mejorar o ampliar el sistema de saneamiento? Sí No

Especificar en la tabla 18 los montos de inversión programados por lo menos durante los siguientes cinco años, indicando las asignaciones para rehabilitación, mejoramiento y ampliación.

Tabla 18. Monto de inversiones anuales programadas hasta el año 2005 en el sistema de saneamiento de la ciudad de.....

Componente	2001	2002	2003	2004	2005
Rehabilitación					
Mejoramiento					
Ampliación					

5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

5.1 Características de la planta de tratamiento

a. Datos generales de la planta:

- Nombre de la planta: _____
- Localidad o localidades servidas: _____
- Dirección de la planta (empresa): _____
- Población servida:
 - De diseño: _____ habitantes.
 - Actual: _____ habitantes
- Período de diseño: _____ años
- Documentación técnica existente:

Planos de las instalaciones	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Manual de operación y mantenimiento	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Memoria de cálculo y diseño de las instalaciones	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Especificaciones técnicas	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
- Diseñada por: _____
- Fecha de diseño: _____
- Fecha de construcción: _____

b. Características del sistema de conducción de crudo a la planta:

- Tipo de conexiones que abastecen a la planta:
 - Domésticas e industriales Solo domésticas
- Tipo de alcantarillado sanitario que abastece a la planta:
 - Separativo Combinado

- Tipo de conducción a la planta de tratamiento:
 - Por gravedad
 - Por bombeo
- Obras especiales en la red de alcantarillado y colectores implementadas para mejorar el abastecimiento de la planta de tratamiento:
 - Sifones invertidos
 - Estaciones de bombeo
 - Cámaras de rejillas
 - Aliviaderos
 - Otras (especificar): _____

Describir brevemente el tipo de obras especiales antes indicadas

c. Caudales y cargas contaminantes:

- Caudal promedio de diseño: _____ litros/segundo (l/s)
- Caudal promedio de operación actual: _____ l/s
- Caudal máximo (pico) de diseño: _____ l/s
- Caudal máximo de operación actual: _____ l/s
- Caudal mínimo de operación actual: _____ l/s
- Caudal per cápita actual: _____ l/hab.día
- Carga orgánica de diseño: _____ Kg DBO/día
- Carga orgánica de operación actual: _____ Kg DBO/día

d. Procesos unitarios de la planta de tratamiento:

- Enumerar los procesos unitarios que conforman la planta de tratamiento (agua residual y lodos) y señalar número de unidades de cada componente:
- Unidades de pre-tratamiento: _____
- Unidades de tratamiento: _____
- Elaborar el diagrama de flujo de los procesos en hoja adjunta.
- Describir brevemente las características y hacer un esquema de cada proceso unitario

En el caso específico que el sistema de tratamiento esté conformado por **lagunas de estabilización**, complementar la información anterior con los siguientes datos:

- Tipo de lagunas:

- Sólo Anaerobias N° de unidades en paralelo: _____
- Sólo Facultativas N° de unidades en paralelo: _____
- Anaerobias + Facultativas N° de baterías en paralelo: _____
- Facultativas + Maduración N° de baterías en paralelo: _____
- Anaerobias + Facultativas + Maduración N° de baterías en paralelo: _____
- Otras combinaciones: _____
Especifique: _____

- Dimensiones de las lagunas:

Especificar en la tabla 19 las principales dimensiones y características de las lagunas que conforman la planta de tratamiento.

Tabla 19. Características de las lagunas de estabilización

Tipo de laguna					
No. De orden					
Longitud (m)					
Ancho (m)					
Profundidad útil (m)					
Profundidad de lodos (m)					
Borde libre (m)					
Profundidad total (m)					
Inclinación de taludes					
Área de espejo de agua (m ²)					
Volumen de agua (m ³)					

Indicar en el diagrama de flujo la ubicación de los dispositivos de ingreso, interconexión y de salida de las lagunas.

- Los taludes de las lagunas son:

- De tierra
- De tierra con una capa de arcilla
- De placas de concreto
- Enrocado
- Con geomembranas
- Otro tipo de recubrimiento. Especifique _____

- ¿La apariencia de las lagunas (color) corresponde al tipo de lagunas diseñadas?
 Sí No
 Explique: _____
- ¿Los dispositivos de entrada, interconexión y salida son funcionales ?
 Sí No
 Explique: _____
- La magnitud de los volúmenes muertos y/o corto circuitos hidráulicos en las lagunas es:
 Mínima Considerable Muy grande
- ¿Existen problemas de malos olores? Sí No
- ¿Estos olores provienen de las lagunas? Sí No
- ¿Los olores generan molestias en la zona que rodea la planta?
 Sí No
 Explique: _____
- ¿Existen problemas de mosquitos (zancudos)? Sí No
- ¿Se realizan variaciones del nivel de agua en las lagunas? Sí No
 ¿Con qué frecuencia?: _____
- ¿Se realiza el retiro de natas y flotantes en las lagunas? Sí No
 ¿Con qué frecuencia?: _____
- ¿Se realiza el retiro de malezas de los taludes de las lagunas? Sí No
 ¿Con qué frecuencia?: _____
- ¿Existen dispositivos hidráulicos o equipos para el vaciado de las lagunas y retiro de lodos?
 Sí No
 Especifique: _____
- ¿Se remueven periódicamente los lodos de las lagunas? Sí No
 Con qué frecuencia?: _____
- ¿Existen problemas de erosión de los taludes por causas de oleaje o lluvias?
 Sí No
 Especifique: _____
- El estado de conservación de los diques (corona y taludes) es:
 Bueno Regular Malo
- Describa otras labores de operación no citadas anteriormente:

Observaciones:

5.2 Caracterización del crudo y los efluentes

¿Se realiza un monitoreo frecuente de calidad de las aguas residuales crudas y tratadas?

Sí No

De ser afirmativa la respuesta, llenar en la tabla 20 los valores promedio de los diversos parámetros que se miden para el control de calidad del agua cruda y tratada

Tabla 20. Valores medios y frecuencia de medición de los principales parámetros de calidad de las aguas residuales en el proceso de tratamiento – Planta

Parámetro de evaluación	Valores promedio y frecuencia de medición (*)					
	Agua cruda	Frecuencia	Efluente primario	Frecuencia	Efluente de la planta	Frecuencia
- Caudal (m ³ /d)						
- pH						
- Temperatura (°C)						
- Sólidos (mg/l): Totales Disueltos Suspendidos Suspendidos Volátiles Sedimentables						
- D.B.O. (mg/l)						
- D.Q.O. (mg/l)						
- Oxígeno disuelto (mg/l)						
- Fósforo total (mg/l)						
- Fósforo soluble (mg/l)						
- Nitrógeno total (mg/l)						
- Nitrógeno amoniacal (mg/l)						
- Nitritos (mg/l)						
- Nitratos (mg/l)						
- Colif. Totales (NMP/100 ml)						
- Colif. Fecales (NMP/100 ml)						
- Nemátodos (huevos/litro)						
- Otros						

Nota: (*) Indicar el período de registro de datos: De _____ a _____

5.3 Indicadores de eficiencia

Indicar el porcentaje de eficiencia de remoción para los siguientes parámetros:

- Sólidos suspendidos _____ %
- Materia orgánica (DBO₅) _____ %
- Coliformes fecales (termotolerantes) _____ %
- Parásitos (nemátodos) _____ %
- Nitrógeno _____ %
- Fósforo _____ %

5.4 Disposición final de los efluentes

a. Calidad del efluente:

Indicar si la calidad del agua tratada es o no adecuada para su disposición final según la legislación vigente en el país:

- Calidad adecuada Calidad inadecuada

Explicar si fuese necesario:

b. Tipo de disposición de los efluentes:

- Uso directo en:

- | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Riego con restricciones de cultivos para consumo humano | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Riego sin restricciones de cultivos para consumo humano | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Riego de cultivos para consumo animal | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Riego de áreas verdes (paisajístico) | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Riego para desarrollo forestal (no frutales) | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Acuicultura | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Otro tipo de riego (floricultura, etc.) | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |

Explique: _____

- Disposición en un cuerpo de agua receptor:

- | | | |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Directa: | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Indirecta: | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |

c. *Características del cuerpo receptor del efluente:*

- Nombre del cuerpo receptor: _____
- Tipo de ambiente acuático:
 - Embalse (construido por el hombre)
 - Lago o laguna
 - Quebrada o arroyo (flujo de agua intermitente durante todo el año)
 - Río (flujo de agua continuo todo el año). Caudal de estiaje: _____m³/s
 - Estuario
 - Bahía
 - Mar abierto
 - Otros (explique): _____

6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE USO DE AGUAS RESIDUALES

6.1 Extensión actual y potencial de tierras regadas con aguas residuales

Aplicar la tabla 21 para identificar las extensiones de tierras actualmente regadas con aguas residuales para fines agrícola, pecuario y/o forestal. Añadir las extensiones consideradas potencialmente aptas para su riego con estas aguas (ha).

Tabla 21. Extensión actual y potencial de tierras regadas con aguas residuales domésticas en la cuenca.....(en hectáreas)

ACTIVIDADES	EXTENSIÓN ACTUAL	EXTENSIÓN POTENCIAL ADICIONAL
Agricultura		
Ganadería		
Silvicultura		
Áreas paisajistas		
Otros		

Utilizar la tabla 22 para citar las extensiones de tierras utilizadas en los principales cultivos agrícolas temporales y perennes, plantaciones forestales y áreas paisajísticas de la cuenca, que actualmente son regadas con aguas residuales domésticas. Se deberá incluir un máximo de 4 cultivos por grupo. Los cultivos con más de 2 años pueden ser considerados como perennes. Las áreas denominadas paisajísticas se refieren a aquellas destinadas a la protección de ecosistemas y a la recreación y/o mejora del paisaje urbano o periurbano.

Tabla 22. Extensión de tierras regadas con aguas residuales según tipo de cultivo en la cuenca (en hectáreas)

CULTIVOS PRINCIPALES	ÁREA REGADA CON AGUA RESIDUAL
Cultivos temporales:	
1	
2	
3	
4	
Cultivos perennes	
1	
2	
3	
4	
Plantaciones forestales	
1	
2	
Áreas paisajistas	

6.2 Características de los suelos regados con aguas residuales

Mencionar en la tabla 23 las principales características de los tres grupos de suelos predominantes o más comunes de la zona regada con aguas residuales.

Tabla 23. Características de los principales grupos de suelos regados con aguas residuales en la cuenca

CARACTERÍSTICA	GRUPO 1:	GRUPO 2:	GRUPO 3:
Textura:			
Contenido de materia orgánica:			
pH:			
Conductividad eléctrica:			
C.I.C.:			
Profundidad:			
Pendiente:			

6.3 Tipo y caudales de las aguas residuales usadas para el riego

Mediante el uso de la tabla 24, citar los caudales utilizados en los diferentes lugares regados con aguas residuales, indicando si esta agua fue tratada previamente.

Tabla 24. Tipo de agua y caudales utilizados en las diferentes zonas de riego con aguas residuales de la cuenca

LUGAR	Tratamiento		CAUDAL MENSUAL (m ³ /s)		
	Si	No	PROMEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
a.					
b.					
c.					

6.4 Sistemas de riego utilizados con las aguas residuales

Aplicar la tabla 25 para indicar los diferentes tipo de riego utilizados para la aplicación de las aguas residuales (tratadas o no tratadas) en las diversas áreas de cultivo en la actualidad.

Tabla 25. Sistemas de riego aplicados a las áreas regadas con aguas residuales de la cuenca

SISTEMAS DE RIEGO	ÁREA REGADA (ha)		TASA APLICADA (m ³ /ha/año)	
	Si	No	Si	No
Inundación				
Surcos				
Aspersión				
Microaspersión				
Goteo				
Otros				

6.5 Características generales del manejo agronómico de los cinco principales cultivos de la cuenca regados con aguas residuales

Completar la tabla 26 con las principales características de los cinco cultivos agrícolas más importantes que son regados con aguas residuales, ya sea tratadas como no tratadas. En casos excepcionales, se puede incluir algún cultivo con menor área sembrada que otros, siempre que su valor económico o su potencial así lo justifiquen.

Tabla 26. Características generales de los cinco principales cultivos regados con agua residuales tratadas de la cuenca

DETALLES DEL MANEJO AGRONÓMICO	CULTIVO 1:	CULTIVO 2:	CULTIVO 3:	CULTIVO 4:	CULTIVO 5:

Sistema de cultivo: monocultivo (M) o policultivo (P)					
Tipo de agua residual preponderante: Sin tratamiento (ST) o con tratamiento (CT)					
Consumo de agua por campaña (m³/ha) :					
Nivel tecnológico: bajo (B), medio (M) o alto (A)					
Nivel de mecanización: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajo (B) , medio (M) o alto (A) ▪ Relación porcentual entre el uso de tracción animal y uso de maquinaria (A/M) 					
Tipo de semilla utilizada: Tradicional (T), mejorada (M) o híbrida (H)					
Abonamiento orgánico: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuente de materia orgánica: ▪ Disponibilidad : escasa (E) , media (M) o abundante (A) ▪ Volumen utilizado (TM/ ha/año): 					
Tasas de fertilización química NPK (kg/ha/año):					
Uso de agroquímicos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Producto más aplicado: ▪ Número de aplicaciones por campaña: 					
Productividad (kg/ha): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Promedio: ▪ Máxima: ▪ Máxima potencial: 					

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica se efectuará en forma integral sobre las actividades de tratamiento y reuso en los casos que presenten ambos componentes (CT-CR). En los casos de que exista solo tratamiento (CT-SR), la evaluación económica se aplicará exclusivamente sobre la planta de tratamiento, mientras que los casos en que solo se maneja el reuso (ST-CR), dicho análisis se efectuará sobre la producción exclusivamente generada con las aguas residuales. En los casos sin tratamiento y sin reuso (ST-SR), una evaluación económica más general se realizará sobre toda la actividad agrícola de la cuenca estudiada.

7.1 Análisis de la Demanda

a. *Series históricas de producción, precios y ventas de los principales productos cultivados en la cuenca.*

Llenar la tabla 27 con la información de producción, precio e ingresos (ventas) obtenidas en la cuenca durante los últimos 10 años.

Tabla 27. Serie histórica de la producción, precios y ventas de los principales productos cultivados en la cuenca.....

Cultivo	Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	Volumen (TM)										
	Precio (EU\$/TM)										
	Ingreso (EU\$)										
2	Volumen (TM)										
	Precio (EU\$/TM)										
	Ingreso (EU\$)										
3	Volumen (TM)										
	Precio (EU\$/TM)										
	Ingreso (EU\$)										
4	Volumen (TM)										
	Precio (EU\$/TM)										
	Ingreso (EU\$)										
5	Volumen (TM)										
	Precio (EU\$/TM)										
	Ingreso (EU\$)										

b. *Canales de comercialización de los productos*

Hacer una breve descripción de la forma en que se ofrecen y/o pueden ofrecerse los productos en el mercado, formas de presentación o empaque, formas de cobranza y pago por los productos e insumos.

Identificar los costos involucrados en los diferentes canales de comercialización.

c. *Análisis de las tendencias de la oferta, demanda y precios*

Con las series históricas de la tabla 26, efectuar un breve análisis del comportamiento de la producción y ventas, así como una explicación de tales desarrollos con referencia a fluctuaciones de la demanda y análisis de las tendencias observadas.

7.2 Costos de inversión y operación

Los costos de inversión y operación deberán detallarse a nivel de cada sistema operativo, esto es, el sistema de tratamiento de aguas servidas, el sistema de producción acuícola, el sistema de producción agrícola, forestal, y otros que pudieran existir.

a. *Costos en la planta de tratamiento de aguas residuales*

- Costo de construcción:

Indicar los costos actualizados y en dólares americanos aplicados en la construcción de la planta de tratamiento, diferenciando por partidas o unidades físicas de cada etapa del proceso.

En el caso de tratarse de un sistema de **lagunas de estabilización** se puede utilizar la tabla 28.

Tabla 28. Costos de construcción de la planta de tratamiento (en EUA\$)

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Sub-Total
1. Construcción de lagunas	ha			
1.1. Trazado y replanteo	m ³			
1.2. Corte masivo de terreno	m ³			
1.3. Relleno y compactación de diques				
2. Redes de conexión				
2.1. Trazado y replanteo	m			
2.2. Canal de abastecimiento	m			
2.3. Estructura de captación	und			
2.4. Dispositivo de entrada y salida	und			
2.5. Tubería CSN 8"	m			
2.6. Canal de desagüe	m			
2.7. Zanja de desagüe	m			
3. Imprevistos	%			
4. Gastos generales y utilidad	%			
5. Otros				
Costo de construcción de la planta de tratamiento				

- Costo anual de operación:

Indicar en la tabla 29 los costos mensuales y anuales de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, discriminando los rubros de personal, materiales, equipos y otros gastos.

Tabla 29. Costo anual de operación de la planta de tratamiento (en EUA\$)

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Costo/Mes	Costo/Año
Supervisor	Salario/mes				
Capataz	Salario/mes				
Operarios	Salario/mes				
Vigilancia	Salario/mes				
Análisis de agua	Muestra				
Materiales:	Varios				
1					
2					
Equipos:	Varios				
1					
2					
Otros:	Varios				
1					
2					
Costo total anual de operación					

- Estructura de costos del tratamiento:

Determinar los costos de producción por unidad de volumen y de acuerdo al nivel de tratamiento, para ser incluidos en la tabla 30, al igual que los datos de superficie utilizada, volumen tratado y calidad alcanzada.

Tabla 30. Costos por metro cúbico de agua tratada según el nivel de tratamiento

Nivel de tratamiento	Colimetría alcanzada (NPM/100ml)	Superficie de tratamiento (Has)	Producción de agua tratada (miles de m ³ /año)	Costo de tratamiento (m ³ /EUA\$)
Primario				
Secundario				
Terciario				

b. *Costos en la zona agrícola regada con aguas residuales*

- Inversión en la implementación de la zona agrícola:

Enumerar los costos realizados para la implementación de las áreas de cultivo y la infraestructura de riego requerida, tales como:

Nivelación o acondicionamiento del terreno: Desbrozo, eliminación de cobertura vegetal y rocas, limpieza y nivelación, etc.

Infraestructura mayor de la irrigación: reservorios y canales principales y estaciones de bombeo para riego, etc.

Implementación de barreras vivas o cortinas rompevientos.

- Costos de producción:

Especificar en la tabla 31 los costos de producción de los cinco principales cultivos temporales, discriminándolos según los puntos indicados.

Tabla 31. Costos de producción de los cultivos temporales regados con aguas residuales (EUA\$)

COSTOS	CULTIVO 1:	CULTIVO 2:	CULTIVO 3	CULTIVO 4:	CULTIVO 5:
Alquiler del terreno					
Preparación del terreno					
Labores culturales (1)					
▪ Siembra					
▪ Riegos					
▪ Abonamiento y fertilización					
▪ Control de malezas					
▪ Controles fitosanitarios					
▪ Cosecha					
▪ Otros					
Insumos					
▪ Agua					
▪ Materia orgánica					
▪ Fertilizantes					
▪ Plaguicidas					
▪ Otros					
Gastos administrativos					
TOTAL					
Costo total:					
▪ Por hectárea					
▪ Por tonelada					

(1) Mano de obra y maquinaria

En el caso de los cultivos perennes regados con aguas residuales, se deberá llenar una tabla como la 31 por cada cultivo (tablas 31A, 31B, etc.), identificando las variaciones anuales durante los primeros años hasta que los costos se tornen constantes. Por ello, la tabla 32 tiene disponibilidad hasta por un máximo de ocho años.

Tabla 32. Costos de producción del cultivo perenne..... regado con aguas residuales (EUA\$)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8
Alquiler del terreno								
Preparación del terreno								
Labores culturales (1)								
▪ Siembra								
▪ Riegos								
▪ Abonamiento y fertilización								
▪ Control de malezas								
▪ Controles fitosanitarios								
▪ Cosecha								
▪ Otros								
Insumos								
▪ Agua								
▪ Materia orgánica								
▪ Fertilizantes								
▪ Plaguicidas								
▪ Otros								
Gastos administrativos								
TOTAL								
Costo total								
▪ Por hectárea								
▪ Por tonelada								

(1) Mano de obra y maquinaria.

7.3 Producción y ventas (EUA\$)

La tabla 33 permite consignar los datos de producción e ingresos anuales de los productos agrícolas, acuícolas, forestales y otros generados mediante el uso de las aguas residuales en la zona de estudio. En el caso de tener mayor cantidad de productos que los espacios asignados, se deberá añadir más líneas. El precio que se indique debe corresponder al valor del producto puesto en campo, por lo tanto no incluye los costos de transporte, comercialización e impuestos de venta.

Tabla 33. Producción y ventas de los productos generados con las aguas residuales durante los últimos 10 años.

Actividad	Producto	Precio (EUAS\$/TM)	Producción e ingresos	Año										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Agrícola	1		Volumen (TM)											
			Ingreso (EUAS\$)											
	2		Volumen (TM)											
			Ingreso (EUAS\$)											
	3		Volumen (TM)											
			Ingreso (EUAS\$)											
	4		Volumen (TM)											
			Ingreso (EUAS\$)											
	5		Volumen (TM)											
			Ingreso (EUAS\$)											
Acuícola	1		Volumen (TM)											
			Ingreso (EUAS\$)											
	2		Volumen (TM)											
			Ingreso (EUAS\$)											
Forestal	1		Volumen (m3)											
			Ingreso (EUAS\$)											
	2		Volumen (m3)											
			Ingreso (EUAS\$)											
	3		Volumen (m3)											
			Ingreso (EUAS\$)											
Otras	1		Volumen (m3)											
			Ingreso (EUAS\$)											
	2		Volumen (m3)											
			Ingreso (EUAS\$)											

7.4 Análisis económico y financiero

La determinación de los ingresos y costos de las actividades del estudio permitirán conocer los beneficios económicos netos del sistema de tratamiento y/o uso de las aguas residuales. Se utilizarán indicadores de rentabilidad económica como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio/Costo. Este análisis de los resultados permitirá explicar los aspectos favorables y desfavorables que se presentaron o que pueden presentarse en el caso estudiado.

a. Inversiones y costos de operación:

- La inversión fija y el capital de trabajo aplicados en el proyecto deberán citarse en la tabla 34. Las inversiones usualmente se concentran en los dos primeros años del proyecto, salvo que en la práctica se haya asignado por etapas, en cuyo caso se indicará en el año que corresponda dentro del periodo de análisis de 10 años.

Tabla 34. Programa de inversiones del proyecto (en EUA\$)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Inversión fija											
1.1 Terrenos											
1.2 Estudios											
1.3 Planta de tratamiento											
1.4 Granja de peces											
1.5 Cultivos perennes											
2. Capital de trabajo											
2.1 Planta de tratamiento											
2.2 Granja de peces											
2.3 Cultivos perennes											
2.4 Cultivos temporales											
Inversión Anual											

- Los costos de operación de cada una de las unidades que componen el sistema deben ser establecidos en la tabla 35, también en forma anual dentro de un lapso de diez años.

Tabla 35. Costos operativos de las unidades de proyecto (en EUA\$)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Planta de tratamiento										
2. Granja de peces										
3. Cultivos perennes										
4. Cultivos temporales										
Total de costos operativos										

b. Programa de financiamiento:

En este punto se pretende consolidar toda la información que exista sobre los financiamientos obtenidos para la implementación de la planta de tratamiento y/o la actividad agrícola desarrollada con las aguas residuales.

- Fuentes de financiamiento:

Identificar las principales fuentes de financiamiento utilizadas para la implementación y operación de los sistemas de tratamiento y/o uso de aguas residuales, especificando en la tabla 36 las principales características de cada línea de crédito aplicada.

Tabla 36. Características de las fuentes de financiamiento utilizadas

Línea de crédito	1	2	3	4
Fuente (entidad crediticia)				
Monto (miles de EUA\$)				
Año de ejecución				
Estructura deuda/capital (%)				
Tasa de interés (%)				
Plazo de pago (años)				
Periodo de gracia (%)				
Tasa de riesgo (%)				

La estructura deuda /capital se refiere al porcentaje de la inversión total que ha sido financiada por la línea de crédito. La tasa de riesgo es un valor asignado para cada tipo de actividad (agricultura, pesquería, minería, etc.) y normalmente es definida por el sector bancario de cada país.

Además deberán establecerse algunas variables económicas locales, tales como:

- Costo del capital propio (%)
- Tasa de riesgo de la actividad agrícola local (%)
- Tasa de inflación anual del dólar americano (%)
- Costo de los estudios de pre-inversión (%)

- Programa de financiamiento ejecutado:

La tabla 37 permite definir las condiciones en que se han pagado los préstamos citados en la tabla anterior dentro del periodo de evaluación de 10 años. Si fuese necesario, se puede hacer una tabla por cada línea de crédito utilizada, para luego realizar un consolidado de todas juntas en una tabla final.

Tabla 37. Programa de financiamiento: condiciones de pago (en EUA\$)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Inversión año 0											
2. Aporte propio											
3. Préstamo											
3.1 Principal											
3.2 Amortización											
3.3 Intereses											
3.4 Anualidad											

c. Flujo de fondos del proyecto

La tabla 38 consolida el flujo de fondos en base a los ingresos y egresos que tuvieron los sistemas de tratamiento y uso de aguas residuales durante los 10 años siguientes al inicio del proyecto. Así se podrá conocer los beneficios económicos netos del proyecto, mediante el cálculo de los indicadores de rentabilidad. Los valores de recupero deberán ser considerados como beneficios en el último año de la evaluación.

Tabla 38. Flujo de fondos del sistema de tratamiento y/o uso de aguas residuales de (en miles de EUA\$)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Ingresos											
1.1 Cultivo de peces											
1.2 Cultivos perennes											
1.3 Cultivos temporales											
1.4 Valores de recupero:											
- Terreno											
- Instalaciones											
- Capital de trabajo											
2. Egresos											
2.1 Inversión											
2.2 Costos operativos											
- Planta de tratamiento											
- Cultivo de peces											
- Cultivos perennes											
- Cultivos temporales											
3. Flujo económico											
4. Servicio de la deuda											
- Amortización											
- Intereses											
5. Flujo Financiero											

d. Indicadores de rentabilidad

El cálculo de la rentabilidad financiera requiere considerar la existencia de financiamiento bajo condiciones específicas de plazo, tasas de interés y periodicidad de pagos. Determinados estos valores, pueden calcularse los indicadores de rentabilidad financiera del proyecto, como son el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno. También se puede estimar la relación Beneficio/Costo.

- Valor Actual Neto Financiero (VANF):

El VANF es la sumatoria del capital propio y los valores del flujo financiero establecidos para cada uno de los 10 años del periodo de evaluación, actualizados al año 0. La ecuación para el VANF es la siguiente:

$$\text{VANF} = (\sum \text{VFAn}) + \text{CP}$$

En donde:

VFAn = Valor del flujo financiero actualizado del año “n” (miles EUA\$)
CP = Capital propio (miles de EUA\$)
n = cada uno de los 10 años del periodo de evaluación

Para actualizar los valores del flujo financiero se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{VFAn} = \text{VF}_n / (1 + \text{TD}/100)^n$$

En donde:

VF_n = Valor del flujo del año n
TD = Tasa de descuento

Para efectos del cálculo de la Tasa de Descuento (TD) es necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{TD} = [(1 + \text{CEDC}/100) (1 + \text{R}/100) (1 + \text{INF}/100) - 1] \times 100$$

En donde:

CEDC = Costo de la Estructura Deuda/Capital (%)
R = Tasa de riesgo (%)
INF = Tasa de inflación (%)

El costo de la Estructura Deuda/Capital (CEDC) se calcula como sigue:

$$CEDC = [(INT/100 \times EDC/100) + (CCP/100 \times (1 - EDC/100))] \times 100$$

En donde:

INT = Tasa anual de interés del préstamo (%)

EDC = Estructura Deuda/Capital (%)

CCP = Costo anual del capital propio (%)

- Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF):

La tasa interna de retorno financiera es la tasa de descuento en la que el valor actual neto financiero se torna nulo (cero). Este cálculo se realiza con relativa facilidad utilizando la fórmula integrada en el programa de EXCEL.

- Relación Beneficio/Costo (B/C)

La Relación Beneficio/Costo se estima dividiendo la sumatoria de todos los ingresos actualizados al año 0 entre la sumatoria de todos los egresos actualizados al año 0 (VAN ingresos/ Van egresos)

Los resultados de los índices de rentabilidad calculados se deberán consignar en la tabla 39.

Tabla 39. Rentabilidad del sistema de tratamiento y/o uso de aguas residuales de la cuenca.....

Índice de rentabilidad	Valor
VANF (miles de EUA\$)	
TIRF (%)	
Relación Beneficio/Costo	
Tasa de descuento (%)	

Cualquier información adicional que sea pertinente se podrá incluir en el análisis con una breve explicación.

8. IMPACTOS AMBIENTALES DEL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

El Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) es un proceso de análisis para identificar, valorar y mitigar los impactos ambientales de una actividad existente. Por lo tanto, resulta ser un estudio complejo, que requiere el concurso de un equipo profesional multidisciplinario y especialista, así como del empleo de herramientas metodológicas sofisticadas para ser realizado adecuadamente.

En esta primera etapa de **estudios generales** se pretende abordar este asunto en forma preliminar, por lo tanto solo se propone identificar y caracterizar los impactos mas relevantes, así como las medidas preventivas y correctivas, incluyendo el programa de vigilancia ambiental adoptados hasta fecha.

8.1 Identificación de los impactos

En este punto se debe estudiar las relaciones entre las acciones de la actividad y los factores del medio ambiente existentes, tratando de definir las interacciones posibles (impactos).

En los proyectos de tratamiento y/o uso de aguas residuales se sugiere evaluar entre otros los siguientes aspectos:

a. Ambientales:

- Calidad de las aguas de los cuerpos receptores de las aguas residuales
- Calidad de las aguas subterráneas: alteración del acuífero
- Calidad de los suelos en la zonas de tratamiento y reuso
- Calidad del aire: olores, polvo y ruidos
- Calidad de los productos agrícolas

b. De salud:

- Incidencia de enfermedades de origen hidrofecal
- Presencia de vectores: mosquitos y roedores
- Nutrición y seguridad alimentaria

c. Socioeconómicos y culturales:

- Cobertura de tratamiento de las aguas residuales
- Uso eficiente de los recursos hídricos
- Costos de producción
- Mercado laboral
- Entorno ecológico de la ciudad
- Economía de la empresa de agua y saneamiento: ingresos y costos

8.2 Caracterización de los impactos

En un estudio completo se debe caracterizar los impactos notables en función a su beneficio o perjuicio, inmediatez, acumulación, momento, persistencia, periodicidad y continuidad. En este caso de los **estudios generales** solo se propone distinguir entre los positivos (benéficos) y negativos (perjudiciales).

a. Impactos positivos

Seleccionar y describir brevemente los impactos positivos que ha generado el sistema de tratamiento y/o uso de aguas residuales de la ciudad estudiada, destacando los siguientes:

- La reducción de la contaminación del agua de los cuerpos receptores, por haber mejorado la calidad de los vertimientos mediante la operación de la planta mencionada.
- La mejora en la calidad de los suelos (fertilidad), especialmente cuando se trate de zonas áridas, debido a la incorporación de materia orgánica y nutrientes mediante el riego con aguas residuales.
- La reducción de los niveles de contaminación de los productos agrícolas obtenidos en los campos regados con aguas residuales tratadas, desde que se implementó la mencionada planta de tratamiento.
- La reducción de la incidencia de enfermedades entéricas y parasitarias en los centros urbanos ubicados aguas abajo del punto de descarga de los efluentes de la planta en el cuerpo de agua receptor, debido a una mejora de la calidad sanitaria de este ambiente acuático.
- La mejora del abastecimiento del mercado local con productos agrícolas, en términos de mayor frecuencia, mejor cantidad y calidad sanitaria, y menor precio (reducción de costos de transporte).
- El incremento de la cobertura de tratamiento de las aguas residuales por la implementación, mejoramiento o ampliación de una planta.
- El incremento en la eficiencia del uso de los recursos hídricos, debido al aprovechamiento de las aguas residuales en el riego agrícola, que luego permitieron destinar mayor volumen del recurso al abastecimiento urbano.
- La reducción de los costos de producción agrícola, debido a una menor utilización de fertilizantes químicos y plaguicidas.

- La ampliación de la frontera agrícola local, por la incorporación o recuperación de tierras a la agricultura y forestación. Podría tratarse de la incorporación de tierras eriazas (desérticas).
- El incremento de las oportunidades de empleo local, al incorporarse nuevos agricultores y otros trabajadores relacionados con la mayor actividad agrícola en la zona.
- El incremento de las áreas verdes de la ciudad, que anteriormente no eran sembradas por limitaciones de agua.
- La generación de entornos ecológicos para la ciudad, mejorando la calidad del aire y favoreciendo mayores áreas de esparcimiento y deporte.
- La mejora en la operación de la planta, al disponer de mayores recursos económicos generados por el derecho de uso de los efluentes en las actividades productivas.
- El mejoramiento de la situación económica de la empresa de agua, debido a una significativa reducción de gastos por pago de multas por contaminación y tasas retributivas por el vertimiento de cargas contaminantes.

Añadir cualquier otro impacto positivo que considere relevante.

b. Impactos negativos

Seleccionar y describir brevemente los impactos negativos que ha generado el sistema de tratamiento y/o uso de aguas residuales de la ciudad estudiada, enfatizando especialmente los siguientes aspectos:

- Contaminación del cuerpo receptor:

En los casos de que exista una **descarga directa** de las aguas residuales de la ciudad, **sin un tratamiento total o parcial previo**, se evaluará el impacto de dichas descargas sobre los diferentes cuerpos de agua receptores. La importancia de la contaminación de los cuerpos receptores radica en el alto riesgo de diseminar enfermedades de origen hidrofecal cuando sus aguas son captadas para consumo humano. El riego de cultivos agrícolas con estas aguas también pueden ocasionar un riesgo similar, especialmente aquellos productos que tengan mayor contacto con esta agua, como es el caso de los cultivos de tallo corto (hortalizas).

El análisis deberá tener presente los siguientes aspectos: identificación de puntos de descarga, caudales y cargas contaminantes de los vertimientos, variación estacional de dichos caudales, principales usos de los cuerpos receptores (aguas

abajo de los puntos de descarga), capacidad de autodepuración de los cuerpos receptores según estaciones, evidencia de eutroficación del cuerpo receptor (especialmente en ambientes lénticos) y otras características relevantes de las descargas.

En el caso de **existir un sistema de tratamiento**, además de evaluar los aspectos antes citados, se debe verificar si la calidad del efluente (cargas remanentes) logran mitigar el impacto ambiental que tenían las descargas antes de implementar dicho sistema. Paralelamente, se debe establecer si los efluentes cumplen con los estándares estipulados en la legislación vigente.

- Contaminación del acuífero:

En el caso de **existir una planta de tratamiento**, se debe evaluar la susceptibilidad de contaminación del acuífero. Para ello se deberá conocer la estructura edáfica, la profundidad, el uso actual y potencial del acuífero. Es importante saber si la planta fue construida con criterios de impermeabilización, tales como el uso de losas de cemento, arcilla o geomembranas.

Cuando se realice el **riego agrícola con aguas residuales**, será necesario evaluar los sistemas de riego y las tasas de infiltración existentes. Si fuese el caso, será conveniente deslindar el origen de la salinización (cloruros y nitratos) de estas aguas subterráneas, ya que la contaminación puede provenir del uso intensivo de fertilizantes químicos y/o el aporte de otras fuentes de agua cercanas.

- Contaminación de suelos:

Los casos de **uso de aguas residuales** se deberá investigar si la aplicación de este recurso altera la composición deseada en el suelo (capa superficial), especialmente en los que se refiere a un incremento de la salinidad y reducción de la capacidad de infiltración. También podría alterar el balance de nutrientes que garantiza la buena fertilidad del suelo.

- Emisión de olores desagradables:

Los sistemas de conducción abiertos y **vertimientos directos** de aguas residuales localizados muy cerca de las zonas urbanas podrían haber generado olores desagradables para la comunidad. De igual forma pudiera ocurrir si están **utilizando directamente** estas aguas en el riego agrícola (sin tratamiento) de una zona muy cercana a las viviendas, especialmente si los vientos dominantes están orientados desde lugar de reuso hacia la ciudad.

También las plantas de tratamiento eventualmente podrían estar emitiendo compuestos volátiles de mal olor, si su operación y mantenimiento es

actualmente deficiente. Esto es más relevante si se trata de una planta con procesos anaerobios.

- Generación de polvo y ruido:

Las labores de acondicionamiento de los campos agrícolas y de mantenimiento de diques en las plantas de tratamiento con equipos mecánicos pudieran estar generando la suspensión de partículas finas de tierra (polvo) y la emisión de ruidos que estén afectando la población asentada muy cerca. Eventualmente, otros equipos de la planta (aireadores, barredores de lodos, etc.) también pudieran estar produciendo ruidos molestos.

- Proliferación de mosquitos (zancudos) y otros vectores:

La **disposición directa** de aguas residuales en zonas inundables (pantanos, ciénagas, humedales) y la mala operación de las lagunas y humedales de tratamiento de las aguas residuales pudieran estar favoreciendo la proliferación de mosquitos (zancudos) y roedores. Este problema eventualmente también pudiera originarse en el caso de estar regando los campos agrícolas por inundación.

- Afección de la salud de los trabajadores:

Evaluar las estadísticas de salud para determinar si existen evidencias epidemiológicas de una mayor incidencia de enfermedades entéricas y parasitosis, asociada a la población involucrada con el tratamiento, disposición final y especialmente en el uso directo de las aguas residuales (agricultores).

- Deterioro de la imagen y economía de la empresa

Indagar la opinión de la comunidad respecto a la gestión de la empresa de agua y saneamiento en las actividades de disposición final de las aguas residuales, incluyendo los antecedentes de denuncias o protestas ciudadanas por los eventuales problemas de olores, vectores u otras molestias que se estén ocasionando por el inadecuado manejo de las aguas residuales.

También se debe recopilar la información existente sobre multas y tasas retributivas por descargas contaminantes que ha pagado la empresa.

8.3 Medidas preventivas y correctivas adoptadas

Indicar las medidas de mitigación de impactos negativos al ambiente implementadas o planificadas y sus costos asociados. Se trata de enumerar las medidas preventivas, correctivas y compensatorias que están siendo aplicadas para evitar o reducir los impactos negativos en el

ambiente, la salud y el ámbito socioeconómico y cultural de la ciudad. Entre ellas se podrían identificar las siguientes:

- Reducción o eliminación de la contaminación de los cuerpos receptores generada por las descargas directas de aguas residuales, mediante la implementación de una planta de tratamiento y/o el uso parcial o total de sus efluentes en la actividad agrícola.
- Control de la contaminación de los productos agrícolas regados con aguas residuales, por el adecuado tratamiento previo y restricción de cultivos.
- Impermeabilización de las lagunas de tratamiento con geomembranas, para evitar la contaminación del acuífero.
- Nivelación y remoción de los suelos agrícolas, para evitar áreas de concentración de agua que favorecen la salinización.
- Control riguroso de las operaciones de la planta de tratamiento (caudales), para evitar procesos anaerobios que generen olores desagradables. Se incluye un equipo de aireación de emergencia.
- Limpieza de la vegetación que prolifera en los taludes internos de las lagunas de estabilización y cambios interdiarios de niveles de agua, para evitar la proliferación de mosquitos (zancudos).
- Control semestral del estado de salud de los trabajadores de la planta de tratamiento y de los agricultores de la zona de riego con aguas residuales.
- Campañas informativas a la comunidad sobre los resultados de gestión de la empresa respecto a la calidad de los efluentes de la planta de tratamiento y los productos regados con estos, a fin de mantener la buena imagen institucional.

Disposición total de los efluentes de la planta de tratamiento en los campos agrícolas aledaños, para evitar el pago de la tasa retributiva por descargas contaminantes, lo que mejora significativamente la situación económica de la empresa.

8.4 Programa de Vigilancia Ambiental

Describir brevemente el programa de vigilancia ambiental elaborado por la empresa de agua y saneamiento y/o la entidad de control ambiental local, si lo hubiese. Identificar los órganos responsables de cada tarea, así como los métodos y presupuestos asignados.

9. MARCO LEGAL

Siendo el tratamiento y uso de las aguas residuales una actividad que requiere de un manejo muy especial, es necesario conocer el marco legal establecido por el país o estado.

- ¿Está prohibido el uso de las aguas residuales domésticas en el riego agrícola?

Crudas: Sí No

Tratadas: Sí No

- ¿Existen cultivos prohibidos de regarse con aguas residuales?

Sí No

En caso de ser afirmativo, mencione los cultivos prohibidos:

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____

- Existen regulaciones de calidad para las aguas residuales usadas para riego según tipo de cultivo?

Sí No

En caso afirmativo, indicar en la tabla 40 las especificaciones de calidad del agua residual establecidas para los principales cultivos regados con este recurso.

Tabla 40. Especificaciones de calidad del agua residual según cultivos

Nombre del cultivo	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	Parásitos (nematodos) (huevos/litro)	Otros parámetros:
1			
2			
3			
4			
5			

- Señalar la dispositivos legales existentes a nivel local y nacional sobre los temas relacionados con el tratamiento y uso de aguas residuales, tales como:

- Ley general de aguas (calidad según el uso)
- Leyes y normas sobre conservación de agua y suelo
- Código del medio ambiente (manejo y conservación)
- Disposiciones sobre el manejo de cuencas
- Reglamento para la evaluación de impacto ambiental
- Normas sobre límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales
- Normas que establecen los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusan en servicios al público (áreas verdes)
- Normas para el tratamiento y uso de aguas residuales
- Reglamentos para la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales
- Reglamentos para el uso de las aguas residuales en la actividad agrícola

Citar cada uno de los artículos específicos relacionados directamente con el tema de las aguas residuales, que enuncian en cada una de las leyes, normas y reglamentos antes señalados:

Nombre y fecha del dispositivo legal : _____

Descripción del artículo específico: _____

Repetir este formato tantas veces como artículos se tengan que citar.

10. ASPECTOS SOCIOCULTURALES

En este capítulo se propone efectuar una breve descripción sobre los principales factores socioeconómicos y aspectos culturales que rigen las actividades de la población de la zona de estudio. Esta información será recopilada de referencias bibliográficas y estadísticas o simplemente es producto de la percepción del investigador conocedor del caso. Debe quedar claro que en esta primera etapa (estudios generales) no se efectuará un trabajo de campo, ya que el desarrollo de esta actividad está programada para la siguiente etapa de los estudios complementarios.

Por otro lado, se debe entender por zona de estudio a las siguientes situaciones:

- Para los casos **con reuso**: la zona de estudio involucra solo a la población agrícola que actualmente riega con las aguas residuales (tratadas o sin tratar).

- Para los casos **sin reuso**: la zona de estudio comprende a la población instalada en el área proyectada para futuro riego con aguas residuales.

10.1 Aspectos generales de la población involucrada

a. Población:

- ¿Qué población aproximada vive o trabaja en la zona agrícola regada con aguas residuales? _____habitantes.
- ¿Cuál es el tamaño promedio de las familias? _____personas/familia

b. Vivienda:

- ¿La **mayoría de las familias** viven dentro de la zona agrícola regada con aguas residuales?

Sí No

- La **mayoría de viviendas** de las familias que viven dentro de la zona agrícola regada con aguas residuales está ubicada:

- En pequeños centros poblados
- En forma dispersa y junto a sus parcelas

- ¿Qué tipo de vivienda es **predominante** en la zona de estudio?

- De materia noble (ladrillo, adobe, bloquetas)
- Rústica

c. Educación:

- El nivel de instrucción de la **mayoría de jefes de familia** es:

- Sin instrucción
- Saben leer y escribir
- Estudios primarios
- Estudios secundarios
- Estudios superiores

d. *Servicios básicos:*

- ¿Cuál es **la principal** fuente de abastecimiento de agua para consumo?:

- Río
- Canal de riego
- Pozo
- Camiones cisternas
- Pileta pública
- Conexión domiciliaria
- Otras: (Especificar)_____

- ¿La **mayoría** de viviendas tiene luz eléctrica? Sí No
- ¿Hay escuelas dentro del área de estudio? Sí No
- ¿Hay establecimientos de salud dentro del área de estudio? Sí No

10.2 Aspectos sobre tenencia y uso de la tierra

a. *Propiedad de las tierras:*

- ¿Cuál es la situación de la mayoría de parcelas agrícolas regadas con aguas residuales en la zona de estudio?

- Propiedad privada individual
- Propiedad privada colectiva
- Arrendada (aparcería)
- En posesión de uso (precarios)
- Municipal o estatal
- Otra forma. Especificar_____

b. *Tamaño de parcelas:*

- ¿Cuál es el tamaño predominante de las parcelas agrícolas?

- Pequeño: de 0.5 a 2.0 hectáreas
- Mediano: de 2 a 10 hectáreas
- Grande: más de 10 hectáreas

c. *Uso actual de las tierras:*

- En la zona de estudio, ¿se realizan otras actividades de importancia, diferentes a la agricultura?

Sí No

¿Cuáles? :

- Botaderos de basura
- Depósitos de materiales
- Actividad industrial
- Conjuntos habitacionales
- Otras (especificar) : _____

d. *Planes de expansión:*

- ¿Se ha incrementado la cantidad de hectáreas de tierra agrícola regada con aguas residuales durante los últimos tres años?

Sí No

- ¿Actualmente se venden parcelas agrícolas en la zona de estudio?

Sí No

- ¿Existen planes de expansión a corto plazo (3 años) de otras actividades que podrían afectar la zona agrícola actualmente regada con aguas residuales?

Sí No Desconoce

¿Para qué tipo de actividad ?

- Urbana
- Industrial
- Aeropuerto
- Áreas de esparcimiento (recreo)
- Otros (especifique) : _____

10.3 Aspectos culturales relacionados con las aguas residuales

a. *Experiencias locales respecto al uso de aguas residuales:*

- ¿Existía la actividad agrícola antes del uso de las aguas residuales en la zona de estudio?

Sí No

En caso de ser afirmativo, ¿cuál era la principal fuente de agua en esa época?

- ¿Por qué se inició el uso de agua residual en la zona de estudio? Explicar brevemente: _____

- ¿Qué uso agropecuario se está dando al agua residual en la zona de estudio? Marque todos los usos existentes actualmente:

- Agricultura
- Forestación
- Ganadería
- Crianza de animales menores
- Acuicultura
- Riego de áreas verdes
- Otros (especifique) : _____

- ¿Se usa el agua residual para riego todo el año? Sí No

- ¿Existen otras fuentes de agua en la zona, además de las aguas residuales?

Sí No Especifique: _____

¿Qué disponibilidad de esas otras fuentes de agua existe?

- Abundante
- Regular
- Limitada

- ¿Conocen los agricultores los riesgos de usar las aguas residuales en agricultura?

Sí No

- ¿Alguna entidad ha realizado en la zona campañas de información sobre los riesgos de usar las aguas residuales en agricultura?

Sí No

- ¿Ocurrieron brotes de epidemias en la zona de estudio desde que se usaron las aguas residuales?

Sí No

Indique los principales: _____

- ¿Se presenta con frecuencia otro tipo de enfermedades entre los agricultores que riegan con aguas residuales?

Sí No

Especifique: _____

- ¿Las autoridades de salud y ambiente alguna vez visitaron la zona?

Sí No

- ¿Alguna institución ha realizado controles de calidad del agua residual usada para el riego en la zona de estudio?

Sí No

- ¿Alguna institución ha realizado controles de calidad de los productos cosechados en la zona de estudio?

Sí No

- ¿Qué derechos reconocen los agricultores para usar el agua residual?

Los que establece la costumbre

Los que establece la ley

- ¿Existen algunas **regulaciones locales** que establece la forma de usar el agua residual en la zona de estudio?

Sí No

¿Qué institución establece estas regulaciones? _____

- ¿Existe alguna **restricción** local para usar las aguas residuales?

Sí No

Especifique: _____

- ¿Los agricultores tienen que gestionar alguna **autorización** para usar las aguas residuales?

Sí No

¿Qué organismo otorga dicha autorización? _____

- ¿La **mayoría** de los agricultores cuenta con dicha autorización?

Sí No

- En la actualidad, ¿cuáles son los **principales destinos** (mercados) de los productos regados con aguas residuales?

Cultivos	Principal destino

b. Relación de las tradiciones locales con el uso de las aguas residuales

- ¿Existe alguna costumbre o tradición local relacionada con las aguas residuales?

Sí No

En caso afirmativo, explique brevemente: _____

c. Necesidades inmediatas de los agricultores de la zona de estudio:

- Enumerar en orden de importancia **tres** de las necesidades más inmediatas de la población agrícola de la zona de estudio, respecto a sus **condiciones de trabajo**:

- Mejoramiento de los sistema de riego
- Capacitación en aspectos agrícolas
- Apertura de canales de comercialización de sus productos
- Apertura de fuentes crediticias para su producción
- Saneamiento físico-legal de sus propiedades
- Fortalecimiento de su organización comunitaria

- Enumerar en orden de importancia **dos** de las necesidades más inmediatas de la población agrícola de la zona de estudio, respecto a sus **condiciones de vida**:

- Generación de empleo
- Mejoramiento de los servicios básicos
- Apoyo con programas sociales de alimentación
- Promoción de la salud
- Apoyo con programas de vivienda

d. Conflictos entre los agentes involucrados con las aguas residuales

- ¿Qué tipo de conflictos se presentan con mayor frecuencia entre los agentes involucrados en la zona agrícola estudiada?

- Tarifas elevadas
- Irregularidades en la asignación de cuotas de agua
- Inadecuada distribución del agua
- Turnos inadecuados para el uso del agua
- Problemas de robos del agua asignada
- Incumplimiento en el mantenimiento de la infraestructura de riego
- Inadecuada demarcación de linderos en las parcelas
- Otros (especificar) _____

- ¿Existe alguna autoridad local y/o nacional encargada de dar solución a los conflictos entre los agentes involucrados en la zona agrícola?

Sí No

En caso ser afirmativo, ¿dicha autoridad tiene también ingerencia sobre el uso de las aguas residuales?

Sí No

10.4 Aspectos de organización

- Identificar las instituciones responsables del tratamiento y usos de las aguas residuales en la zona de estudio:

Del tratamiento: _____
Del uso agrícola: _____
De otros usos: (especificar) _____

a. *Estructura organizativa de la institución que maneja las aguas residuales*

- ¿Qué régimen tiene la institución que maneja el sistema de aguas servidas?
 Privado Público Mixto
- Esquematizar la estructura organizativa de las entidades responsables del tratamiento y/o uso de las aguas residuales, indicando sus órganos de gobierno, áreas técnicas y el personal asignado a cada unidad operativa.

b. *Estructura organizativa de los agricultores*

- ¿Existe una organización de riego en el nivel local? Sí No

En caso sea afirmativo, indicar el tipo de organización y número de miembros:

- Asociaciones de productores: _____ miembros
- Organizaciones de usuarios de riego: _____ miembros
- Otro (especificar) _____: _____ miembros

- ¿Cuales son las labores que desarrolla la organización de riego?

- Asignación periódica del agua a sus miembros
- Construcción o rehabilitación de la infraestructura de riego
- Mantenimiento de la infraestructura de riego
- Solución de conflictos entre los agricultores regantes
- Otras (indicar): _____

- ¿Cuál es la asignación de agua por hectárea en la zona agrícola?

Por agua **no** residual: _____ m³/ha
Por agua residual: _____ m³/ha

- ¿Cuál es la frecuencia de los turnos de agua para riego?

Por agua no residual: semanal quincenal mensual
De agua residual: semanal quincenal mensual

- ¿Los agricultores pagan de alguna forma por el agua residuales que usan?

Sí No

Especifique: _____

En caso de pagar ¿cuál es la tarifa asignada en la zona agrícola (en EUA\$)?

- Para el agua **no** residual: _____ / m³.
- Para el agua residual tratada: _____ / m³.

- ¿Existe alguna **otra** forma de organización de los agricultores? Indicar:

- Asociación o cooperativa de productores
- Asociación o cooperativa de comercialización
- Otra (especifique) : _____

10.5 Relaciones interinstitucionales

Pueden existir algunas relaciones interinstitucionales y multisectoriales establecidas para el manejo de las aguas residuales del caso, comprometidas entre instituciones tales como dependencias estatales, municipales, de la sociedad civil y empresas privadas. La incorporación de esta información permitirá identificar las debilidades y fortalezas del proyecto, así como el rol y las responsabilidades asumidas para tal fin.

a. Relaciones entre la organización de los agricultores y la entidad administradora de la planta de tratamiento

- ¿Existe una entidad de gobierno encargada o participando en la asignación y distribución del **agua de riego** en el nivel local?

Sí No

Especificar: _____

- ¿La misma entidad también se encarga de asignar el **agua residual**?

Sí No, especificar: _____

- ¿Qué tipo de relación existe entre la organización de agricultores que riegan con aguas residuales y la **entidad administradora de la planta de tratamiento** del agua residual?

De dependencia (por acuerdo, convenio o contrato)

- De autonomía (los agricultores usan el agua sin intervención de la entidad responsable del tratamiento)
- Otro (especificar) _____

En caso de existir acuerdos, explique brevemente su alcance:

- ¿Existen coordinaciones **frecuentes** entre la organización de agricultores y la entidad administradora?

Sí No

En caso de ser afirmativo, señalar el propósito de dichas coordinaciones:

- Para la distribución del agua
- Para el mantenimiento de la infraestructura de tratamiento
- Para establecer la tarifa
- Otros (especificar) _____

b. Relaciones con otras instituciones:

- Identificar otras instituciones involucradas indirectamente con el manejo de las aguas residuales locales:

En el tratamiento: _____

En uso agrícola: _____

En el manejo de los recursos hídricos _____

En la vigilancia ambiental: _____

En la vigilancia epidemiológica: _____

En la regulación legal: _____

- Citar los compromisos existentes, indicando las instituciones y las obligaciones de cada una. Comentar sobre los resultados alcanzados en tales compromisos.
- Identificar las instituciones que fueron responsables de los programas, estudios y ejecución de los sistemas de tratamiento y/o reuso existentes.
- ¿Existen otro tipo de acuerdos o convenios relacionados con el aprovechamiento de las aguas residuales entre la organización de agricultores y otras instituciones locales o nacionales?

Sí No

En caso de ser afirmativo:

¿Con qué institución? _____

¿Cuál es el propósito? _____

11. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRATAMIENTO Y USO DE AGUAS RESIDUALES

Esta propuesta deberá considerar los criterios para resolver los principales impactos negativos del manejo de las aguas residuales de la zona de estudio, incluyendo la implementación, rehabilitación o ampliación de una planta de tratamiento, así como el uso eficiente y sanitario de sus efluentes en las actividades agropecuarias que se consideren importantes y rentables en cada caso.

La revisión del documento “Sistema integrado de tratamiento y uso de aguas residuales domésticas de Sullana, Perú – Modelo Referencial” y la aplicación del software elaborado por el CEPIS “Reuso” constituyen dos instrumentos básicos para facilitar la formulación de esta propuesta.

11.1 Evaluación del sistema existente

El sistema existente, conformado por la planta de tratamiento y/o la zona agrícola que utiliza las aguas residuales, deberá ser evaluado para conocer su situación actual y proponer su rehabilitación, mejoramiento y/o ampliación. Este punto no podrá ser desarrollado por completo en los casos que no cuentan con tratamiento ni reuso, salvo que ya existan los estudios definidos que permitan evaluar los planteamientos en ellos propuestos.

En términos generales, se propone evaluar los siguientes aspectos:

a. En el sistema de alcantarillado:

- La variación histórica de las características del crudo
- Los puntos y caudales de descarga a los cuerpos receptores
- Los planes de interceptación de las descargas menores
- Los planes de mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado

b. En la planta de tratamiento:

- La capacidad de diseño de la planta de tratamiento existente
- La calidad sanitaria proyectada para los efluentes de dicha planta
- La capacidad actual y el estado de conservación de la planta
- La actual calidad sanitaria y disposición final de los efluentes

- El tiempo de operación de la planta
- El nivel de eficiencia en la operación y mantenimiento de la planta
- La existencia y uso de manuales de operación y mantenimiento
- La existencia y ejecución de un programa de monitoreo del tratamiento
- La disponibilidad actual de áreas para futuras ampliaciones de la planta
- Los planes de rehabilitación, mejoramiento y/o ampliación de la planta
- La asignación de recursos económicos y humanos a la planta

c. En la zona agrícola de reuso:

- Caudal de agua residual tratada o no tratadas que se dispone para el riego agrícola y su aporte a la demanda actual.
- Extensión de tierras agrícolas regadas actualmente con aguas residuales.
- Extensión de tierras que potencialmente podrían regarse con aguas residuales. Especificar la razón de que no se haga.
- Requerimientos de agua de los cultivos agrícolas regados actualmente, en función a los sistemas de riego utilizados.
- Calidad de los suelos agrícolas regados con aguas residuales.
- La existencia de manuales de protección sanitaria de los agricultores
- La existencia de un programa de monitoreo de la calidad de los productos generados en la zona de reuso.
- Mercado actual de los productos antes citados
- Programas y proyectos contemplados para desarrollo de la zona agrícola y áreas de recreo y/o mejoras del paisaje urbano y periurbano bajo la influencia de la zona de estudio.

11.2 Determinación de fortalezas y limitaciones del sistema actual

Antes de plantear un plan de integración de los sistemas de tratamiento y uso de las aguas residuales domésticas es fundamental efectuar un ejercicio de las fortalezas y limitaciones que el sistema actual tiene, ello permitirá analizar de manera objetiva las bondades del proyecto que se pueden explotar y gestionar en forma más eficiente, así como las restricciones que pueda tener la actual situación del sistema. Los aspectos a tomar en cuenta serán los siguientes

a. En cuanto a fortalezas:

- La mejora en la operación de la planta
- El mejoramiento de la situación económica de la empresa de agua
- El incremento de la cobertura de tratamiento de las aguas residuales
- La reducción de la contaminación del agua de los cuerpos receptores
- La reducción de la incidencia de enfermedades entéricas y parasitarias
- La mejora en la calidad de los suelos (fertilidad)
- La reducción de los costos de producción agrícola
- La reducción de los niveles de contaminación de los productos agrícolas

- La ampliación de la frontera agrícola local
- La mejora del abastecimiento del mercado local de productos agrícolas
- El incremento en la eficiencia del uso de los recursos hídricos
- El incremento de las oportunidades de empleo local
- El incremento de las áreas verdes de la ciudad
- La generación de entornos ecológicos para la ciudad
- Añadir cualquier otro aspecto positivo de considere relevante

b. *En cuanto a debilidades:*

- Contaminación del cuerpo receptor
- Contaminación del acuífero
- Contaminación de suelos
- Emisión de olores desagradables
- Proliferación de mosquitos (zancudos) y otros vectores
- Afección de la salud de los trabajadores
- Deterioro de la imagen y economía de la empresa

11.3 Estructura del sistema integrado propuesto

Una integración de las diversas actividades vinculadas al sistema conlleva un mayor conocimiento de los requerimientos y la priorización de los recursos disponibles, así como la planificación de las actividades. Para ello se podrá hacer uso del software REUSO que propone el siguiente procedimiento:

- Recopilación de datos básicos (crudo, cultivos, costos)
- Evaluación de los cultivos existentes: rendimientos, rentabilidad y mercado
- Elaboración del plan de desarrollo de cultivos a regarse con los efluentes de cada etapa
- Definición de las etapas de tratamiento (hasta tres niveles)
- Diseño preliminar de la planta de tratamiento
- Cálculo de los costos de construcción y operación de la planta
- Cálculo de costos de inversión y producción de los cultivos
- Evaluación económica y financiera de la propuesta

Para desarrollar las actividades antes mencionadas, es necesario identificar las siguientes datos:

- Disponibilidad de las tierras susceptibles a riego, incluyendo las actuales
- Principales características de las aguas residuales crudas.
- Condiciones del clima y suelo

- Características agronómicas de los principales cultivos agrícolas, forestales y acuícolas
- Costos de construcción y operación
- Condiciones crediticias para el posible financiamiento

11.4 Implementación o rehabilitación, mejoramiento y ampliación del sistema de tratamiento

El tratamiento de aguas residuales no solo implica cumplir con el saneamiento de la ciudad de acuerdo a las normas establecidas, sino que esta agua se transforme en un valioso recurso para las actividades agrícolas aledañas, especialmente cuando se trata de una zona de escasos recursos hídricos. Bajo esa óptica, se plantea ejecutar el siguiente procedimiento:

- Dimensionamiento **ideal** del sistema de tratamiento por etapas y en función a los requerimientos de los cultivos elegidos.
- Definición de los requerimientos no satisfechos con la planta existente
- Redimensionamiento de la planta existente: rehabilitación, mejoramiento y/o ampliación
- Diseños preliminares de la planta
- Cálculos de longitud de canales y movimiento de tierras
- Metrado de la implementación física y requerimientos

11.5 Implementación o rehabilitación, mejoramiento y ampliación del sistema de reuso

El aprovechamiento racional y planificado del recurso hídrico es condición esencial para el éxito del sistema integrado de tratamiento y uso de las aguas residuales, por lo que el planeamiento de la producción agraria se hará en forma interactiva con el tratamiento. Se propone ejecutar las siguientes actividades:

- Plan de implementación y/o mejoramiento del sistema de riego
- Plan de implementación de cultivos perennes nuevos
- Plan de mejoramiento y/o sustitución de los cultivos perennes existentes
- Plan de producción de cultivos temporales
- Plan de implementación de otras actividades: acuicultura y forestación
- Cálculos de longitudes de canales de riego
- Metrado de la implementación física y requerimientos

11.6 Cronograma general de implementación de la propuesta

Se elaborará un cuadro cronológico (meses) que indiquen el momento y duración de las siguientes actividades generales del proyecto:

- Elaboración de los estudios definitivos de pre-inversión

- Trámites para el financiamiento
- Implementación o rehabilitación de la planta de tratamiento
- Implementación o mejoramiento de los cultivos
- Organización y puesta en marcha del proyecto

11.7 Inversión y costos de operación

En este punto se elaborarán todos los costos de inversión y operación del sistema integrado, que implica los siguientes puntos:

- Costos de construcción de la planta
- Costos de operación de la planta
- Costos de inversión de los cultivos perennes
- Costos de producción de los cultivos perennes y temporales
- Costos de implementación y operación de otras actividades: acuicultura y forestación
- Costos de los estudios de pre-inversión
- Costos financieros del proyecto

Es importante especificar si la inversión calculada responde a una iniciativa de participación privada, pública o mixta, ya que los costos pueden variar significativamente según las modalidades mencionadas.

11.8 Análisis económico y financiero

La propuesta deberá completarse con un análisis económico y financiero básico, que permita definir las bondades económicas de su implementación. Entre los puntos a desarrollar se mencionan los siguientes:

- Ingresos esperados con la nueva estructura productiva
- Estructura de la demanda
- Características del financiamiento
- Programa de inversiones y costos operativos
- Indicadores de rentabilidad

11.9 Nuevos impactos ambientales

En el caso de las propuestas que implican una rehabilitación, mejoramiento y/o ampliación de los sistemas de tratamiento y/o reuso existentes, es conveniente señalar los cambios positivos o eventualmente negativos que generarán en el ambiente. Se recomienda revisar el listado propuesto en el punto 8.

11.10 Propuesta de gestión del sistema integrado

La integración del tratamiento al reuso de las aguas residuales implica la necesidad de establecer un mecanismo de gestión eficiente, por lo tanto la propuesta deberá incluir un planteamiento acorde con la situación jurídica del caso. Existen varias opciones de gestión:

- Una empresa privada que asume el tratamiento para aprovechar los efluentes en sus actividades productivas
- La empresa de agua que asume la responsabilidad de un tratamiento eficiente para vender ese producto a la comunidad agrícola demandante.
- La empresa de agua que decide incorporar las actividades productivas de reuso como parte de su estrategia de diversificación.
- Una combinación diferente de las opciones antes citadas u otra propuesta innovadora.

Sería oportuno adelantar una propuesta de la estructura organizativa de la empresa, así como los compromisos con otras instituciones requeridos para facilitar la buena gestión. También se debe citar los requerimientos de asesoría técnica y capacitación requeridos.

11.11 Propuesta para mejorar el marco legal

Un marco legal bien definido es fundamental para asegurar el éxito de los sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales, pero desafortunadamente la legislación es muy limitada en la mayoría de los casos. Por ello, se propone enumerar algunos aspectos esenciales que deben incorporarse o modificarse en las normas legales vigentes del país.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones preferentemente deberán considerar los siguientes aspectos:

- Situación actual de la planta de tratamiento: capacidad y estado de conservación
- Situación actual de las áreas agrícolas regadas con las aguas residuales de la ciudad.
- Situación económica actual de los sistemas de tratamiento y reuso.
- Identificación de los principales impactos ambientales en la situación actual.
- Aspectos socioculturales y legales relevantes de la experiencia de reuso.
- Planteamiento general para una propuesta de integración
- Expectativas del proyecto: producción, rentabilidad y otros beneficios

ÍNDICE

	Página
1. RESUMEN	1
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	2
2.1 Situación de las aguas residuales en el nivel nacional	2
2.2 Situación de las aguas residuales en el nivel local	2
2.3 Importancia del estudio	2
3. OBJETIVOS	4
3.1 General	4
3.2 Específicos	4
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
4.1 Nombre de la ciudad o cuenca	4
4.2 Ubicación geográfica	4
4.3 Clima	4
4.4 Descripción del ecosistema de la cuenca	5
4.5 Población	7
4.6 Actividades económicas	7
4.7 Actividad agrícola de la cuenca	8
4.8 Abastecimiento de agua y saneamiento de la ciudad	12
5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	18
5.1 Características de la planta de tratamiento	18
5.2 Caracterización del crudo y los efluentes	22
5.3 Indicadores de eficiencia	23

5.4 Disposición final de los efluentes	23
6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE USO DE AGUAS RESIDUALES	24
6.1 Extensión actual y potencial de tierras regadas con aguas residuales	24
6.2 Características de los suelos regados con aguas residuales.....	25
6.3 Tipo de caudal de las aguas residuales usadas para el riego	25
6.4 Sistemas de riego utilizados con las aguas residuales	26
6.5 Características generales del manejo agronómico de los cinco principales cultivos de la cuenca regados con aguas residuales	26
7. EVALUACIÓN ECONÓMICA	28
7.1 Análisis de la demanda	28
7.2 Costos de inversión y operación	29
7.3 Producción y ventas (EUAS\$)	32
7.4 Análisis económico y financiero	34
8. IMPACTOS AMBIENTALES DEL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA	39
8.1 Identificación de los impactos	39
8.2 Caracterización de los impactos	40
8.3 Medidas preventivas y correctivas adoptadas	43
8.4 Programa de vigilancia ambiental	44
9. MARCO LEGAL	45
10. ASPECTOS SOCIOCULTURALES	46
10.1 Aspectos generales de la población involucrada	47
10.2 Aspectos sobre tenencia y uso de la tierra	48
10.3 Aspectos culturales relacionados con las aguas residuales	50

10.4 Aspectos de organización	54
10.5 Relaciones interinstitucionales	55
11. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRATAMIENTO Y USO DE AGUAS RESIDUALES	57
11.1 Evaluación del sistema existente	57
11.2 Determinación de fortalezas y limitaciones del sistema actual	58
11.3 Estructura del sistema integrado propuesto.....	59
11.4 Implementación o rehabilitación, mejoramiento y ampliación del sistema de tratamiento	60
11.5 Implementación o rehabilitación, mejoramiento y ampliación del sistema de reuso	60
11.6 Cronograma general de implementación de la propuesta	61
11.7 Inversión y costos de operación	61
11.8 Análisis económico y financiero	61
11.9 Nuevos impactos ambientales	61
11.10 Propuesta de gestión del sistema integrado.....	62
11.11 Propuesta para mejorar el marco legal	62
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62

Tablas:

Tabla 1. Situación actual de las aguas residuales en el país..... por grupo de tamaño de ciudades	2
Tabla 2. Inventario de alcantarillado, tratamiento y uso de aguas residuales en todas las ciudades del país	3
Tabla 3. Datos mensuales de temperatura, precipitación y humedad relativa de la cuenca	5
Tabla 4. Variación histórica de la población total y económicamente activa de la cuenca	7
Tabla 5. Principales actividades económicas de la cuenca	7
Tabla 6. Variación histórica del Producto Bruto Interno por sectores y el ingreso per cápita en la cuenca	8
Tabla 7. Extensión actual y potencial de tierras asignadas a las actividades agrarias de la cuenca(en hectáreas)	8
Tabla 8. Extensión de tierras asignadas por tipo de cultivo (en hectáreas)	9
Tabla 9. Características de los principales grupos de suelos agrícolas de la cuenca	9
Tabla 10. Caudales de las fuentes de abastecimiento de agua en la cuenca	10
Tabla 11. Sistemas de riego aplicados en las tierras agrícolas de la cuenca	10
Tabla 12. Características generales del manejo agronómico de los cinco principales cultivos de la cuenca	11
Tabla 13. Componentes de sistemas de abastecimiento de agua de la ciudad de	13
Tabla 14. Componentes del sistema de alcantarillado de la ciudad de.....	14
Tabla 15. Disposición final de las aguas residuales según los puntos de descarga existentes en la ciudad de	14
Tabla 16. Indicadores de calidad del agua del río antes y después del punto de descarga de las aguas residuales	15

Tabla 17. Monto de inversiones anuales programadas hasta el año 2005 en la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad (miles de EUA\$)	17
Tabla 18. Monto de inversiones anuales programadas hasta el año 2005 en el sistema de saneamiento de la ciudad de.....	18
Tabla 19. Características de las lagunas de estabilización	20
Tabla 20. Valores medios y frecuencia de medición de los principales parámetros de calidad de las aguas residuales en el proceso de tratamiento – Planta	22
Tabla 21 Extensión actual y potencial de tierras regadas con aguas residuales domésticas en la cuenca.....(en hectáreas)	24
Tabla 22. Extensión de tierras regadas con aguas residuales según tipo de cultivo en la cuenca (en hectáreas)	25
Tabla 23. Características de los principales grupos de suelos regados con aguas residuales en la cuenca	25
Tabla 24. Tipo de agua y caudales utilizados en las diferentes zonas de riego con aguas residuales de la cuenca	26
Tabla 25. Sistemas de riego aplicados a las áreas regadas con aguas residuales de la cuenca	26
Tabla 26. Características generales de los cinco principales cultivos regados con agua residuales tratadas de la cuenca	27
Tabla 27. Serie histórica de la producción, precios y ventas de los principales productos cultivados en la cuenca	28
Tabla 28. Costos de construcción de la planta de tratamiento (en EUA\$)	29
Tabla 29. Costo anual de operación de la planta de tratamiento (en EUA\$)	30
Tabla 30. Costo por metro cúbico de agua tratada según el nivel de tratamiento.....	30
Tabla 31. Costos de producción de los cultivos temporales regados con aguas residuales (EUA\$)	31
Tabla 32. Costos de producción del cultivo perenne regado con aguas residuales (EUA\$)	32

Tabla 33. Producción y ventas de los productos generados con las aguas residuales durante los últimos 10 años	33
Tabla 34. Programa de inversiones del proyecto (en EUA\$)	34
Tabla 35. Costos operativos de las unidades del proyecto (en EUA\$)	34
Tabla 36. Características de las fuentes de financiamiento utilizadas	35
Tabla 37. Programa de financiamiento: condiciones de pago (en EUA\$)	36
Tabla 38. Flujo de fondos del sistema de tratamiento y/o uso de aguas residuales de (en miles de EUA\$)	36
Tabla 39. Rentabilidad del sistema de tratamiento y/o uso de aguas residuales de la cuenca	38
Tabla 40. Especificaciones de calidad del agua residual según cultivos	45