



MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA
Secretaría Técnica Nacional Ambiental
(SETENA)
INSTITUTO DE POLÍTICAS PARA LA SOSTENIBILIDAD



***Valoración Económica del Daño Ambiental Ocasionado por el Proyecto
Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, Coyol de Alajuela,
Expediente Administrativo 0421-98-SETENA***

Realizado por:

SETENA: Ing. Sonia Espinoza
Ing. Francisco Fernández
M.Sc. Allison Villalobos

IPS: M.Sc. Gerardo Barrantes
M.Sc. Edwin Vega
Ing. Mauricio Vega

Marzo, 2001
Costa Rica

INDICE

I. UBICACIÓN.....	3
II. ANTECEDENTES.....	3
III. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR LOS VERTIDOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE DOS PINOS.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES AFECTADAS POR LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE DOS PINOS.....	4
2.1. <i>Impacto Social</i>	4
2.2. <i>Fauna</i>	5
2.3. <i>Flora</i>	6
3. DETERMINACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DEL DAÑO AMBIENTAL: MÉTODO DEL COSTO DE EVITAR EL DAÑO.....	6
3.1. <i>El método de costo de reposición y de evitar el daño</i>	6
3.2. <i>Ecuaciones del Modelo</i>	8
3.3. <i>El cálculo del Valor del Daño en el Caso Dos Pinos</i>	9
3.4. <i>Resumen de supuestos y parámetros utilizados</i>	13
IV. CONCLUSIONES.....	13
V. RECOMENDACIONES.....	14
ANEXO 1.....	15
ANEXO 2.....	16
ANEXO 3.....	17

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA **SECRETARÍA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL**

I. UBICACIÓN

El Proyecto Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos se encuentra localizado en el Coyol de Alajuela, enmarcado en la parte alta de la cuenca de la Quebrada Siquiaries, efluente del Río Alajuela y éste a la vez, del Río Grande, que a partir de su confluencia con el Río Virilla forman el Río Grande de Tárcoles. La cuenca de la Quebrada Siquiaries se localiza entre las coordenadas 216.8-221.5 N y 499.9-510.5 E, para un recorrido de cerca de 13 Km.

II. ANTECEDENTES

1. Mediante Resolución No. 595-98 SETENA del día 25 de setiembre de 1998 se acuerda aprobar el Estudio de Impacto Ambiental y otorgar la viabilidad ambiental correspondiente.
2. La construcción de la planta de producción finalizó a mediados del año 2000 y la operación de la misma dio inicio en setiembre de ese mismo año, según información suministrada por la señora Julie Roos Ayub.
3. La señora Julie Roos Ayub, en los meses de noviembre y diciembre de 2000, remite denuncia al Ministerio de Salud, Contraloría Ambiental, Tribunal Ambiental Administrativo y despacho de la Ministra del Ambiente, sobre la problemática ambiental ocasionada por la planta de tratamiento en el Río Siquiaries. La misma fue remitida a la SETENA en fecha 11 de enero de 2001 y atendida mediante inspección de campo el día 12 de enero de 2001, la cual generó el informe PMSA 022-2001.
4. Mediante Resolución 0064-2001-SETENA, del día 30 de enero de 2001, se solicita a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, “incluir en el Estudio de valoración económica del daño ambiental solicitada mediante la resolución 1078-2000-SETENA del día 14 de diciembre de 2000, los resultados correspondientes de acuerdo a la metodología solicitada por el Tribunal Ambiental”.
5. En forma verbal el Viceministro Ambiental y el presidente del Tribunal Ambiental Administrativo, a través del Secretario General, solicita que la SETENA realice la valoración económica de los daños causados por el desfogue de la planta de tratamiento de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, según la metodología de costos de reposición.

III. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR LOS VERTIDOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE DOS PINOS

1. Introducción

La planta industrial de Dos Pinos inició pruebas de producción en el mes de setiembre de 2000, por otra parte, la operación de esta planta inició en el mes de noviembre de ese año. Ambas actividades produjeron vertidos a la quebrada Siquiaries. Estos efluentes de aguas residuales de la planta de tratamiento han sobrepasado la norma de vertido de aguas, de acuerdo al Decreto Ejecutivo vigente, en un período aproximado de seis meses. En dicho período se vertieron aproximadamente 642.014 Kg de DQO en exceso de la norma.

La Quebrada Siquiaries, cuerpo receptor de este efluente, se vio modificado en sus características físicas y químicas, por la acumulación de grasas, grandes cantidades de sólidos lácteos descompuestos, espumas y otros contaminantes, además se ha observado un incremento en los problemas de plagas de dípteros, entre los cuales se citan zancudos y larvas de moscas.

Estos vertidos han provocado daños a diversas variables, tanto biológicas como sociales. Hubo afectación directa sobre la calidad de las aguas y disminución del bienestar de los vecinos por afectar su calidad de vida, además de otras afectaciones sobre los valores de opción y de existencia.

La cuantificación exacta de los daños directos se obtendría al comparar la situación inicial de todas las variables afectadas y la situación que se presentó en los meses del problema; sin embargo estos datos no están a nuestro alcance. Por otra parte la valoración de los otros daños requiere más tiempo para aplicar las metodologías existentes que los determinan. Dado lo anterior, el valor del daño se aproxima con la metodología de costos de tratamiento, de la cual se puede obtener un valor mínimo del daño ocasionado.

No obstante lo anterior, es importante realizar una caracterización cualitativa de las variables ambientales afectadas por la operación de la planta de tratamiento, que justifique la necesidad de la valoración económica del daño.

2. Caracterización de las variables ambientales afectadas por la instalación de la planta de tratamiento Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos

2.1. Impacto Social

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental se incluyó la percepción social del proyecto mediante un sondeo de opinión en la comunidad de el Coyol. Se entrevistaron 40 personas al azar mediante una entrevista semiestructurada, para determinar las calidades de las

personas, su opinión y percepción sobre las instalaciones de la planta de Productores de Leche Dos Pinos.

Los resultados del sondeo muestran que, de las 25 mujeres entrevistadas, 20 son amas de casa y 5 tienen oficios varios, por su parte, de los 15 hombres entrevistados, 2 son desocupados.

En cuanto a preocupaciones por efectos negativos que pudiera generar la instalación de dicha planta, el 15% de los entrevistados manifestó temores en especial por los posibles efectos al ambiente, tales como malos olores, residuos de grasa en la Quebrada Siquiaries, acequias totalmente blancas, ruido y polvo.

Por otra parte el 90% de los encuestados perciben un beneficio al incrementarse el valor de sus propiedades.

Según sondeo realizado por funcionarios de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, realizada el día 5 de marzo de 2001, a 29 vecinos de las comunidades de Ciruelas y Siquiaries. La muestra consistió en un 60% de mujeres y un 40% de hombres, de los cuales, el 75% residían en la comunidad de Ciruelas y un 25% en la comunidad de Siquiaries. (Gráficos 1 y 2 de Anexo 1)

La percepción sobre el proyecto (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 3 de anexo 1) es que la operación de la planta Industrial Dos Pinos ha provocado mejoras en el empleo (21.43%), servicios (7.14%) y valor de propiedades (3.57%) en tanto que ha empeorado la situación de la quebrada (67.85%), percepción de malos olores (82.14%), fauna (67.86%), paisaje (50%), salud (85.7%), nacientes (28.57%), uso de la quebrada Siquiaries (50%) y valor de propiedades (46.43%).

Se concluye que las principales variables afectadas son la salud, por la proliferación de zancudos y percepción de malos olores; con relación a esta última variable, los vecinos indican que a finales del 2000 se percibía mal olor todo el día y que actualmente este problema se incrementa en altas horas de la noche.

2.2. Fauna

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental no existe fauna acuática en el tramo de la Quebrada Siquiaries, en el área de influencia indirecta del proyecto. En el mismo no se detectaron ni peces ni anfibios, ni larvas o adultos de insectos acuáticos.

Con respecto a la fauna terrestre y aérea se encontraron insectos, aves, ratas y lagartijas.

El Estudio de Impacto Ambiental no define el área analizada para obtener estos datos, por lo que se puede suponer la existencia de fauna en sectores no estudiados por ellos. La Quebrada Siquiaries es afluente de otros cuerpos de agua, que si bien tienen grados de contaminación, se vieron afectados por el incremento de la carga orgánica y su fauna pudo alterarse por esta situación.

De acuerdo a la percepción emanada de la citada encuesta, en la quebrada Siquiaries si existía vida acuática. Según observaciones de los funcionarios de SETENA, en los sectores de Ciruelas y Siquiaries se detectó la presencia de fauna acuática y terrestre en las cercanías de la quebrada. Por otra parte, a 200 metros del sitio de vertido de la planta de tratamiento, en áreas de agua estancada, se observó gran cantidad de larvas de dípteros.

2.3. Flora

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental aprobado por esta Secretaría, no se incluyen datos de esta variable. Sin embargo, las plantas existentes en la zona se afectaron por acumulaciones de grasas, obstrucción de poros, disminución de la capacidad fotosintética, etc.

2.4. Nacientes Ubicadas en las Márgenes del Río Siquiaries

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental no se contemplan las nacientes, ni los impactos a generarse en los mismos, debido a que las nacientes no se ubicaron dentro del área de influencia directa de la planta.

De acuerdo a la percepción de las comunidades encuestadas por SETENA, en la zona de protección de la Quebrada Siquiaries, se localizan 5 nacientes, las cuales son aprovechadas para suministro de agua potable para las comunidades circunvecinas. Estas nacientes podrían haberse contaminado por infiltraciones o, eventualmente, podrían contaminarse por incrementos en el caudal.

3. Determinación del valor económico del daño ambiental: *Método del costo de evitar el daño*

3.1. El método de costo de reposición y de evitar el daño

La valoración del daño debe contemplar los costos efectivos para mantener los servicios del medio natural. En el caso del agua se requiere la internalización de aquellos gastos en actividades de protección de áreas de captación de aguas. También incluye los gastos por tratamiento de problemas de salud en la población por consumo de agua degradada y los costos de tratamiento de aguas contaminadas antes y después del servicio.

El agua es un recurso que se puede considerar un activo en inventario si se usa como materia prima en la actividad productiva o en consumo doméstico, pero tiene las condiciones de activo fijo en cuanto a sus funciones dentro de los ecosistemas, por lo que es necesario evaluar las posibilidades de restablecer sus características físicas, biológicas, químicas y bacteriológicas cuando estas son afectadas debido al uso del agua en las actividades humanas. Si hay alteraciones que afectan sus funciones dentro del ecosistema o que afectan su utilización en las actividades humanas, dichas alteraciones serán consideradas, dentro de este contexto, como la depreciación del recurso.

La depreciación del agua puede darse por agotamiento del recurso cuando la extracción es superior a la tasa de recuperación del mismo, por ejemplo, en la explotación de acuíferos¹. También, hay depreciación cuando los procesos de degradación afectan la calidad del agua debido a la afluencia de desechos que alteran las características del agua; por ejemplo, la degradación de las aguas superficiales, como es el caso que nos ocupa. Esta depreciación puede verse en los cambios dados en la cantidad y/o calidad del agua, año con año. Por eso, es importante conocer la condición inicial y final del recurso (en cantidad y calidad) para evaluar si hubo depreciación o apreciación o si se mantuvo igual la condición del recurso.

En el caso de una empresa que potencialmente pueda degradar el recurso, requiere de inversiones en infraestructuras, equipos y materiales, materias primas como químicos, etc., destinadas a reestablecer el recurso a su estado original o al tratamiento de los vertidos, tal que no lleguen a degradar el recurso. La Metodología del Costo de Evitar el Daño se basa en la determinación de estos costos, tal que la explotación no sobrepase los niveles de recuperación natural de los acuíferos en un período contable.

Normalmente, se plantean gastos de tratamientos para restaurar esas características y, la magnitud de estos gastos depende de los niveles de degradación que presenta el recurso. Estos niveles se presentan en forma de indicadores expresados en unidades físicas, para luego estimar indicadores en unidades monetarias si se conoce el total de costos de tratamiento y la característica del agua que se quiere recuperar. Una aproximación de estos costos es valor de las inversiones y operaciones necesarias para que no se contamine el recurso (o se contamine por debajo de la norma).

Para determinar la depreciación del agua es necesario contar con indicadores que muestren los niveles de agotamiento y degradación del recurso asociado a las actividades económicas. Estos indicadores (físicos, químicos y biológicos) darán un diagnóstico sobre la situación del recurso y permitirán dar un seguimiento del estado y condición de un cuerpo de agua determinado. En este caso solamente se cuenta con el indicador Demanda Química de Oxígeno (DQO) en ppm. La demanda química es un buen indicador de la capacidad del río de absorber la contaminación que recibe por componentes como los residuos del proceso productivo en la Dos Pinos.

El daño que el agua degradada causa en los ecosistemas, y en el bienestar del hombre en el área de influencia, es variado y depende de muchos factores. Por ejemplo, se puede afectar especies en peligro de extinción, o favorecerse la proliferación de plagas y bacterias que afectan a grandes centros de población. Hay métodos indirectos de aproximar este valor también. Los gastos en salud adicionales que hacen los pobladores por el combate de

¹ El agua subterránea puede considerarse como un depósito natural con una cantidad determinada de agua por año, del cual se extrae parte para suplir la demanda que el país requiere para satisfacer el sector residencial, industrial, turismo, agropecuario. En este sentido, es necesario considerar ese depósito como un activo fijo que la sociedad tiene como riqueza y los flujos anuales como un capital variable que es el que interviene en la generación de la oferta de agua para satisfacer la demanda de los distintos sectores. Ambas categorías de capital deben valorarse como lo que son: capital fijo y capital variable.

enfermedades ocasionadas por la contaminación, o los gastos por el combate a plagas y bacterias.

La metodología escogida no valora, en rigor, el daño ambiental ocasionado si la contaminación ya se ha producido. Aproxima el valor del daño con el costo de haber aplicado las medidas pertinentes para que la fuente de daño (la contaminación por encima de la norma) no se produjera. Por lo tanto, es un valor mínimo aplicable.

Se propone que el costo social de la contaminación causada está compuesto por el costo de haberla evitado más el costo del daño causado, más el costo de las gestiones que las personas emprenden para el reconocimiento de los mismos:

$$\text{Costo Total Contaminación} = \text{Costo de Tratamiento} + \text{Costo del daño} + \text{Costo de Gestión}$$

En un estudio en Ecuador² se aplicó con éxito el aproximar el costo del daño como un porcentaje del Costo de Tratarlo o Evitarlo.

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Tratamiento} + \alpha \text{Costo de Tratamiento}$$

Donde α está entre 0 y 1, y fue determinado con una metodología participativa de expertos en el recurso. Entre más se acerque a uno, significa que mayor es el daño causado por contaminación.

3.2. Ecuaciones del Modelo

Debido al proceso de producción que la empresa Dos Pinos realiza, se ha presentado un problema de contaminación de las aguas del río Siquiaries por los desechos agroindustriales que genera. Esta situación ha sido motivo de preocupación de las comunidades, por lo que se ha presentado la necesidad de realizar una valoración del daño ocasionado, con el fin de proponer una solución al problema y la eventual compensación.

Dada la escasez de información sobre la contaminación ocasionada, es necesario recurrir a la definición de un procedimiento que aproxime el valor económico del daño ocasionado. El método seleccionado es el de costos de tratamiento de las aguas residuales que ayudará a determinar lo que le costaría a la sociedad evitar la contaminación generada. Para ello es necesario considerar el nivel de contaminación que entra al sistema y el nivel de contaminación que es vertido al río. Además, se necesita estimar el costo de tratar la diferencia entre lo que entra y lo que sale. Algebraicamente se plantea el siguiente procedimiento:

$$CU = CT/(X_1 - X_2) \quad (1)$$

² Barrantes, Gerardo. *El Bosque en el Ecuador. Una Visión Transformada para el Desarrollo y la Conservación*. IPS-COMAFORS. Enero 2001.

Donde,

CU	Costo unitario de tratar la contaminación ($\text{¢}/\text{m}^3$ o $\text{¢}/\text{kg}$ de carga al recurso evitado)
X_1	Nivel de contaminación que entra al sistema (DQO ppm o g/m^3)
X_2	Nivel de contaminación que sale del sistema (DQO ppm o g/m^3)
CT	Costo total de tratar la diferencia entre lo que entra y lo que sale (¢)

Si X_2 es superior a la norma establecida (X_n) para el vertido de aguas residuales aplicables a la Industria Dos Pinos, entonces el costo adicional (CA) a considerar sería:

$$CA = CU * (X_2 - X_n) \quad (2)$$

CA representa el costo adicional que reduce la contaminación a los niveles permitidos. Para el caso en que no traten las aguas residuales CU sería el parámetro a considerar para la estimación del valor del daño. Es necesario señalar que con este procedimiento no se estaría considerando el impacto generado por las aguas contaminadas tanto al bienestar de la población como a la biodiversidad presente en el ecosistema acuático y terrestre que depende del río. En este sentido, la aproximación sería una subestimación del valor total del daño ocasionado por la industria. De esta forma es conveniente hacer una descripción que muestre los impactos potenciales y reales generados para mostrar la subestimación. En el caso de la población sería conveniente aplicar una encuesta de opinión sobre los niveles de afectación sufridos por la contaminación.

3.3. El cálculo del Valor del Daño en el Caso Dos Pinos

Para aplicar las ecuaciones (1) y (2) se ha usado la información disponible suministrada por Dos Pinos, con la limitación de tiempo para esta respuesta.

En el Anexo 2 se presentan los datos base para los cálculos posteriores, referente a flujo tratado en la Planta de Tratamiento, y la DQO de entrada y salida de la misma, para las fechas en que Dos Pinos tiene registros. Antes del 18 de diciembre, la empresa proveedora era la que estaba a cargo de la Planta de Tratamiento. A partir de esa fecha, esta responsabilidad recae en la Dos Pinos.

Con esos datos se puede obtener el denominador de la Ecuación (1). En el Cuadro 1 se presentan los flujos promedio por mes:

Cuadro 1: Flujo y Grado de Contaminación Tratado en Planta de Tratamiento
(Promedio diario en cada mes)

Mes	Flujo (m3/día)	DQO prom. Entrada * (ppm)	DQO prom. Salida * (ppm)	Carga Dispuesta kg/día	Carga Vertida kg/día	Carga Evitada kg/día	Carga Permitida (kg/día)**	Carga vert. en exceso (kg/día)
Agosto 00	418.50							
Setiembre	847.94							
Octubre	818.33							
Noviembre	976.57							
Diciembre	597.03	13,346.00	5,889.00	7,967.96	3,515.91	4,452.05	447.77	3,068.14
Enero 01	924.49	13,383.00	4,795.00	12,372.45	4,432.93	7,939.52	693.37	3,739.56
Febrero	847.93	7,309.00	1,090.00	6,197.52	924.24	5,273.28	635.95	288.30
<i>Prom. Pond.</i>		11,595.67	3,916.53	9,727.22	3,230.60	6,496.62	629.96	2,600.64

Fuente: Carta del Dr. Orlando Fletes al Lic. Humberto Cerdas del 22 febrero 2001(datos de DQO y flujos promedio mensuales) y Plan para la Mejora de la Calidad de Agua Vertida al Río Siquiaries (datos de flujo tratado diario).

Notas: *No abarca el mes completo, sino del 20 al 31 de diciembre; Del 2 al 21 de enero; Del 1 al 17 de febrero; dado que es la información de DQO suministrada por Dos Pinos. El total de días de muestra es de 58, aprox. 2 meses.

**Con una norma de 750 mg/l, y ppm = mg/l = g/m3

Para obtener los DQO se aplicó el promedio para los días con que se contaba de información de cada mes. La carga es el producto del contaminante por el flujo tratado de agua residual. La carga dispuesta es lo que se hubiese vertido al Río de no existir la Planta de Tratamiento. La carga vertida fue lo que finalmente se vertió. Carga permitida es, dado el volumen de agua residual tratada, el máximo de carga que se podía verter sin sobrepasar la norma, que supone el límite de capacidad de recarga del recurso.

Aunque no se tienen datos, la planta de tratamiento operó antes del 17 de diciembre. De hecho, los flujos tratados presentados en la segunda columna del cuadro anterior corresponden al volumen tratado por la misma. Dado que desde que inició operaciones la planta, no se ha logrado estabilizar de forma que se optimice el servicio, sino que ha tenido un comportamiento como el de los meses para los que hay datos, es que se han usado éstos para la estimación de los meses anteriores, según presenta el Cuadro 2.

Cuadro 2: Estimación de Vertidos en Tiempo de Operación de la Planta por el Fabricante
(Promedio diario en cada mes)

Mes	Flujo (m3/día)	DQO prom. Entrada (ppm)	DQO prom. Salida (ppm)	Carga Dispuesta kg/día	Carga Vertida kg/día	Carga Evitada kg/día	Carga Permitida (kg/día)**	Carga vert. en exceso (kg/día)
Promedio*	647.00	13,400.00	5,183.00	8,669.80	3,353.40	5,316.40	485.25	2,868.15
Agosto 00	418.50	8,667.54	3,352.53	3,627.37	1,403.03	2,224.33	313.88	1,089.16
Setiembre	847.94	17,561.66	6,792.69	14,891.24	5,759.80	9,131.44	635.96	5,123.84
Octubre	818.33	16,948.41	6,555.49	13,869.39	5,364.56	8,504.84	613.75	4,750.81
Noviembre	976.57	20,225.72	7,823.13	19,751.83	7,639.83	12,112.00	732.43	6,907.40

Fuente: Carta del Dr. Orlando Fletes al Lic. Humberto Cerdas del 22 febrero 2001(datos de DQO y flujos promedio mensuales) y Plan para la Mejora de la Calidad de Agua Vertida al Río Siquiaries (datos de flujo tratado diario).

Nota: *Basado en la Información del Tratamiento de Dos Pinos, del 20 al 31 de diciembre y del 2 al 21 de enero, dado que es la información de DQO suministrada por Dos Pinos. El total de días de muestra es de 58, aprox. 2 meses.

**Con una norma de 750 mg/l, y ppm = mg/l = g/m3

Guardando la relación del Promedio para los meses en que sí hay datos, se han estimado los meses de agosto a noviembre del año pasado, dado que se conoce el flujo promedio tratado para esos meses.

En los Cuadro 1 y 2 se tiene la carga evitada, que es el $X_1 - X_2$ de la ecuación (1), y se tiene el $X_2 - X_n$ de la ecuación (2). Falta por determinar el Costo del Tratamiento para aplicarlo a los parámetros anteriores y obtener el Costo Unitario (CU) y el Costo Adicional (CA). En el Cuadro 3 se presenta los costos de inversión y operación para el periodo del 17 de diciembre al 17 de febrero de la Planta de Tratamiento, periodo para el cual también se cuenta con información de vertidos:

Cuadro 3: Determinación del Costo Equivalente Anual y bimensual de Tratamiento Según datos del 18 de diciembre 2000 hasta el 17 de febrero 2001

<i>Item</i>	<i>Costo 2 meses</i> (3° sem dic - 3° feb) (¢)		<i>Años</i> <i>Vida Útil</i>	<i>Costo anualizado</i> (tasa desc=10%) <i>dólares/año</i>
	<i>Costo (\$)</i>			
1. Adquisición de sistema de tratamiento de aguas residuales	1,170,500		10	190,493
2. Costos de operación del sistema de tratamiento*	105,688			105,688
Reactivos (polímeros, ácido, soda, etc.)	1,347,003.80			
Salarios y Cargas Sociales	1,907,466.00			
Mantenimiento y Repuestos	1,104,448.60			
Análisis de Laboratorio	490,385.60			
Servicios de Consultoría	805,000.00			
3. Obras de Infraestructura*	100,000.00	312	40	51
Costo Anual Estimado				296,232

Fuente: Dos Pinos. Plan para la Mejora de la Calidad de Agua Vertida al Río Siquiars. Enero 2001. (datos de inversión) Carta del Dr. Orlando Fletes a la Ing. Sonia Espinoza de SETENA, fechada 28 de febrero de 2001 (costos operación)

Nota: *Para su conversión a dólares se ha usado un tipo de cambio de ¢321/\$.

El Costo Anual Estimado permite obtener un costo para los dos meses de operación. En el siguiente Cuadro se obtiene el costo unitario para los dos meses referidos, al aplicar al costo diario promedio de los 2 meses la carga evitada diaria promedio de ese mismo periodo:

Cuadro 4: Determinación del costo unitario de evitar contaminación

<i>Item</i>	<i>Valores</i> <i>unit.</i>	<i>Costo</i> <i>Anual \$</i>
Costo Anual		296,232
Total Costo dos meses		49,372
Costo Promedio diario:		823
Carga de Contaminantes Evitada Promedio (kg/día)	6,496.62	
El costo unitario CU (\$/kg)	0.1267	

Fuente: Cuadros 1 y 3 anteriores

Finalmente, se aplica este CU a la carga vertida en exceso como en la ecuación (2), tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 5. Estimación de vertidos desde Agosto 2000 hasta el 17 de Febrero 2001
y determinación del valor del daño. método del costo de evitar el daño
(Promedio diario en cada mes)**

<i>Mes</i>	<i>Flujo (m3/día)</i>	<i>Carga Vertida kg/día</i>	<i>Carga Permitida (kg/día)</i>	<i>Carga vert. en exceso (kg/día)</i>	<i>Carga vert. en exceso (kg/mes)</i>	<i>Costo de evitar el exceso (\$/día)</i>	<i>Costo de evitar el exceso (\$/mes)</i>
Agosto 00	418.50	1,403.03	313.88	1,089.16	15,248	138	1,931
Setiembre	847.94	5,759.80	635.96	5,123.84	153,715	649	19,470
Octubre	818.33	5,364.56	613.75	4,750.81	142,524	602	18,052
Noviembre	976.57	7,639.83	732.43	6,907.40	207,222	875	26,247
Diciembre	597.03	3,515.91	447.77	3,068.14	92,044	389	11,658
Enero 01	924.49	4,432.93	693.37	3,739.56	112,187	474	14,210
Febrero	847.93	924.24	635.95	288.30	4,901	37	621
<i>Total 180 días</i>					<i>727,842</i>		<i>92,189.02</i>

Fuente: Cuadros anteriores.

El valor \$92,189 representa el Costo Adicional que debió hacer la empresa tal que las emisiones no sobrepasaran el nivel permitido. Es la estimación del daño ambiental por la metodología propuesta.

Como se explicó al principio del capítulo, es un monto mínimo a cobrar a la empresa por el daño ocasionado, pues solamente considera los Costos de Tratamiento y no los Costos de los Daños a las personas y flora y fauna de influencia. Con los datos existentes y el plazo otorgado para hacer la estimación del valor del daño ambiental, es lo más aplicable, y da una base para establecer el cobro. Con un mayor plazo se podrían revisar, completar y mejorar los datos usados, así como aplicar metodologías para valorar propiamente el daño al bienestar de las personas y a los ecosistemas.

En el presente estudio, considerando los potenciales daños presentes y futuros, manifestados por los habitantes entrevistados, así como por lo observado en las inspecciones, se ha determinado que el costo total incluya tanto el costo social de la contaminación, como el costo de la gestión realizada por las comunidades, tal como se plantea al inicio de éste capítulo:

$$\text{Costo Total Contaminación} = \text{Costo de Tratamiento} + \text{Costo del daño} + \text{Costo de Gestión}$$

Y de acuerdo a lo explicado,

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Tratamiento} + \alpha \text{Costo de Tratamiento} + \text{Costo de Gestión}$$

Donde $\alpha = 1$ para este caso. Al no haber certeza de la magnitud de los daños, y existir una serie de impactos que no han sido valorados, se aplica el principio de *indubio pro natura* y le asigna a α el máximo valor.

Por otra parte, el Costo de Gestión se estima con base en declaración de gastos y facturas aportados por las comunidades de Ciruelas, Siquiaries y Turrúcares, el día 8 de marzo de 2001 (Anexo 3).

Con esta observación,

El Valor Social Total del Daño es = $\$92,189 + 1 * \$92,189 + 6,307 = \$190,685$

3.4. Resumen de supuestos y parámetros utilizados

- No se suministró la fecha exacta de entrada en operación de la planta en el Coyol de Alajuela, ni de la planta de tratamiento que asiste a la misma. Hay reportes del flujo tratado por la misma desde agosto de 2000. Se ha supuesto que la operación inició un 17 de agosto, tal que al 17 de febrero del 2001, último registro reportado (ver Anexo 2), se cumplen 6 meses de operación.
- Dado que no fueron suministrados datos de vertidos antes del 17 de diciembre, se ha supuesto que la planta de tratamiento al operar, de agosto a esa fecha, tuvo un comportamiento similar al que ha presentado posterior a esa fecha, en que sistemáticamente no ha cumplido con la norma.
- Se han usado los costos para la Planta de Tratamiento suministrados por la empresa. La inversión se ha anualizado suponiendo una tasa de descuento real del 10%, que es una tasa dentro del rango generalmente aceptado (10% a 12%) para descontar flujos reales en países en desarrollo. De esta manera, son comparables los costos de operación y los costos de inversión.
- Los datos están en dólares y el tipo de cambio usado en las conversiones es de $\text{¢}321/\$$.
- Finalmente, para determinar el Valor Social del Daño Total, se ha usado $\alpha = 1$, siguiendo el principio de *indubio pro natura*, para que se asegure un razonable contenido económico, que compense los daños causados que no han podido ser valorados.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación realizada mediante evaluación técnica de gabinete y de campo, se comprobó que hubo contaminación en la Quebrada Siquiaries. Esta contaminación originó en los poblados que se ubican en la cuenca de la Quebrada Siquiaries (Ciruelas, Siquiaries y Turrúcares), otros impactos negativos significativos (malos olores, problemas en salud, generación de zancudos, etc.).

Los cambios en la calidad de las aguas de la Quebrada y sus subsecuentes impactos, generaron pérdidas en el bienestar de las comunidades, por lo que deben ser indemnizadas.

En el momento de la investigación, según los resultados de los análisis remitidos a la SETENA por la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, las aguas de vertido no cumplían con lo establecido por la norma, lo que implica que la contaminación ilegal continúa. Esta situación debe corregirse para que la Quebrada Siquiaries regrese a su estado inicial, lo que permita la recuperación del ecosistema existente.

La valoración realizada cubre el período comprendido entre el 17 de diciembre de 2000 y el 17 de febrero de 2001, por lo que a partir de esta fecha y hasta que se cumpla con lo establecido en la norma de vertidos, se requiere de una nueva valoración económica del daño ambiental.

La internalización de los costos ambientales, es decir, que la empresa asuma el pago por el daño ambiental provocado, significa un precedente a nivel nacional, para que esta compañía y otras afines implementen las gestiones necesarias para prevenir el posible daño ambiental.

V. RECOMENDACIONES

1. Cobrar el daño ambiental por un monto de \$190,685 (ciento noventa mil seiscientos ochenta y cinco dólares americanos), según estimación realizada en este documento.
2. Que el pago de la indemnización se realice de la siguiente forma:
 - a) \$6,307 (seis mil trescientos siete dólares americanos) correspondientes al costo de Gestión Ambiental, dirigido a los firmantes del documento adjunto en el anexo 3.
 - b) Indemnización a las comunidades de Ciruelas, Siquiaries y Turrúcares y el grupo COVIRENA, por un monto de \$92,189 (noventa y dos mil ciento ochenta y nueve dólares americanos)
 - c) Que el monto de \$92,189 (noventa y dos mil ciento ochenta y nueve dólares americanos) sea destinado a SETENA para compra de materiales y equipo de acuerdo a las necesidades que la misma establezca.
3. Que la empresa Dos Pinos notifique la fecha en la cual los vertidos depositados en la Quebrada Siquiaries cumplan con la norma, para realizar la valoración económica del daño ambiental de ese período.
4. Que se solicite a la empresa Dos Pinos, realizar las gestiones inmediatas pertinentes ante el Ministerio de Salud, para minimizar el impacto causado (o futuro) de los zancudos y larvas de moscas, en las comunidades de Ciruelas, Siquiaries y Turrúcares.

ANEXO 1

ANEXO 2

ANEXO 3

**CUADRO 1: Parámetros de Agua de Entrada y Salida
Planta de Tratamiento de Efluentes, Planta El Coyol, Cooperativa Dos Pinos**

<i>Fecha (Promedio del día)</i>	<i>Entrada (ppmDQO)</i>	<i>Salida (ppmDQO)</i>	<i>Norma (ppmDQO)</i>	<i>Flujo Tratado (m3/día)</i>
18/12/00	14,485	3,033	750	
19/12/00	12,570	3,198	750	
20/12/00	9,325	6,805	750	868
21/12/00	5,778	1,824	750	778
22/12/00	23,075	4,016	750	794
23/12/00	2,635	9,695	750	631
24/12/00	13,485	6,123	750	300
26/12/00	27,285	13,336	750	335
27/12/00	13,335	5,430	750	552
28/12/00	5,800	5,235	750	589
29/12/00	10,813	5,357	750	780
30/12/00	13,879	2,440	750	797
31/12/00	22,338	4,515	750	415
01/02/2001	32,032	5,850	750	678
01/03/2001	9,806	3,057	750	797
01/04/2001	20,487	7,251	750	846
01/05/2001	14,200	9,319	750	883
01/06/2001	8,585	6,000	750	638
01/07/2001	43,000	7,950	750	730
01/08/2001	7,350	9,063	750	705
01/09/2001	24,592	7,899	750	625
01/10/2001	8,192	4,482	750	460
01/11/2001	4,385	4,135	750	533
01/12/2001	9,490	8,090	750	721
13/1/01	4,845	5,640	750	602
14/1/01	3,570	4,305	750	512
15/1/01	2,643	1,770	750	704
16/1/01	29,620	1,835	750	827
17/1/01	6,645	1,582	750	728
18/1/01	14,120	2,820	750	585
19/1/01	4,000	2,085	750	585
20/1/01	11,275	1,062	750	580
21/1/01	8,820	1,700	750	470
22/1/01	107,720	1,770	750	
23/1/01	11,070	321	750	
24/1/01	3,785	260	750	
25/1/01	36,500	377	750	
26/1/01	20,500	503	750	
27/1/01	5,300	560	750	
28/1/01	10,320	684	750	
29/1/01	4,763	542	750	
30/1/01	5,104	525	750	
31/1/01	10,410	935	750	
02/01/2001	5,566	429	750	

02/02/2001	5,587	649	750
02/03/2001	8,575	5,538	750
02/04/2001	6,535	797	750
02/05/2001	7,097	518	750
02/06/2001	10,613	1,055	750
02/07/2001	4,885	471	750
02/08/2001	7,225	877	750
02/09/2001	7,735	142	750
02/10/2001	7,203	805	750
02/11/2001	965	1,051	750
02/12/2001	8,000	1,051	750
13/2/01	2,788	1,012	750
14/2/01	18,531	1,088	750
15/2/01	3,610	1,370	750
16/2/01	11,105	941	750
17/2/01	8,235	741	750
PROMEDIO	13,036	3,199	750
FUENTE: Carta del Dr. Orlando Fletes al Lic. Humberto Cerdas del 22 febrero 2001			