

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS NORMATIVO

4.1 Descripción

En teoría, el estado a través de las leyes debería propiciar que se alcance un óptimo social en materia de contaminación de los cuerpos receptores de aguas nacionales. El manejo, disposición o consumo de los bienes ambientales (como el agua), por su carácter de bienes públicos, deben ser regulados por el estado para asegurar así que se alcance un óptimo social en los intercambios de dichos bienes.

Para regular la actividad económica, el estado se apoya en la legislación. Así las políticas ambientales gubernamentales se implantan mediante el establecimiento de normas. La literatura económica ambiental sostiene que las normas constituyen una forma poco eficiente de la ejecución de la política ambiental⁴³. Esta posición se basa fundamentalmente en que las normas generalmente se fijan con factores que no se relacionan con ninguna evaluación objetiva de los costos y beneficios.

Es conveniente que el estado establezca la normatividad en función de análisis económicos para cada problema específico. Para el caso particular de este estudio, el estado debería encontrar un óptimo social de contaminación y en base a eso, establecer las condiciones particulares de descarga del arroyo La Plata.

Desde el punto de vista económico, el nivel óptimo de contaminación se encuentra donde se maximiza la diferencia entre los beneficios y costos totales de “descontaminar” el agua residual.

Los beneficios están representados por el valor de la producción agrícola que se puede obtener a diferentes niveles de contaminación. Para poder identificar los beneficios, se debería conocer la calidad de agua requerida por cada cultivo posible de ser sembrado en el área de influencia del arroyo La Plata, desde el punto de vista agrícola.

La identificación de beneficios, exige un trabajo de investigación extenso que debe involucrar especialistas en materia de suelos, irrigación y producción agrícola, enfocados a los cultivos y tipo de suelo del área de influencia del arroyo La Plata; esta investigación no existe para la zona de estudio.

43 “Economía Ambiental”, David W. Pearce, Fondo de Cultura Económica. Pág. 121

El presente análisis parte de la premisa de que en México, todos los cultivos requieren para su producción cuando menos una calidad de agua de riego como la especificada por la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-032 ECOL/1993 (ver tabla 4.1) que: *“...establece los parámetros físico-químicos requeridos para el riego de cultivos, y especifica además que el agua empleada en el riego, deberá de cumplir con los niveles de desinfección publicados en la norma NOM-CCA-033 ECOL/1993”*.

Tabla 4.1 NOM-032-ECOL/1993

Parámetros	Límites Máximos Permisibles	Parámetros	Límites Máximos Permisibles
Ph (unidad de pH)	6.5 a 8.5	Cobre (mg/l)	0.2
Cond.Eléctrica (micromhos/cm)	2000	Cromo Total (mg/l)	0.1
Dbo (mg/l)	120	Fierro (mg/l)	5
Sst (mg/l)	120	Fluoruros (mg/l)	3
Aluminio (mg/l)	5	Manganeso (mg/l)	0.2
Arsénico (mg/l)	0.1	Níquel (mg/l)	0.2
Boro (mg/l)	1.5	Plomo (mg/l)	5
Cadmio (mg/l)	0.01	Selenio (mg/l)	0.02
Cianuros (mg/l)	0.02	Zinc (mg/l)	2

Como se mencionó en el capítulo III, la Norma 033 establece, mediante la definición de cuatro tipos de agua, la relación entre el número de coliformes contenidos en el agua de riego y los cultivos permitidos⁴⁴.

Actualmente, las condiciones particulares de descarga (CPD) para el arroyo La Plata exigen una calidad superior a la especificada en la normas 032 y 033 (agua tipo 1). Esto se fundamenta en el derecho que concede la NOM-CCA-067 ECOL/1994 a la CNA para fijar condiciones particulares de descarga.

Las CPD son fijadas por la CNA mediante el llenado del manual para la fijación de las CPD versión 1. Este manual consiste de una matriz que considera los siguientes factores tales como población, porcentaje de descargas industriales, tipo de cuerpo receptor y tipo de corriente del cuerpo receptor. Como resultado del llenado de la matriz, se obtienen los parámetros de referencia que fijan las CPD en función de:

44 Norma Oficial Mexicana NOM-033-ECOL/1993 Diario Oficial de la Federación, 19 de octubre de 1993.

B Básico: DBO, DQO, SST, Grasas y Aceites entre otros.

R Cantidad de sales disueltas (refractarios).

T Toxicidad derivada de descargas industriales y fertilizantes.

P Organismos patógenos: coliformes, huevos de helminto.

Las condiciones particulares de descarga para el arroyo La Plata son⁴⁵:

Tabla 4.2 Condiciones particulares de descarga (CPD)

Parámetro	Unidades	CPD	CPD
		(Concentración instantánea)	(Concentración promedio)
Dbo5 total	mg/l	75	50
Dbo5 sol	mg/l	40	30
Dqo total	mg/l	180	100
Grasas y Aceites	mg/l	15	10
Detergentes	mg/l	8	5
Nnh4	mg/l	15	10
N org	mg/l	27	20
N tot	mg/l	42	30
Fósforo Inorgánico	mg/l	8	6
Ph		8.5>DE>6.5	8.5>DE>6.5
Conductividad	umho	2000	
Sólidos Susp. Totales	mg/l	75	50
Sol Sedimentados	mg/l	1.5	1
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1000	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	200	
Huevos de Helminto	ORG/l	2.0	
Arsénico	mg/l	0.75	0.5
Cadmio	mg/l	0.075	0.05
Cromo Hexavalente	mg/l	1.0	0.5
Níquel	mg/l	1.5	1
Plomo	mg/l	2.0	1

De lo expuesto anteriormente podemos concluir que, por ser el agua residual cruda (ARC) utilizada únicamente para riego agrícola, debería implementarse un programa de saneamiento que permitiera cumplir únicamente con la NOM-032 y la NOM-033.

La NOM-067, al requerir una calidad de agua superior a la especificada en las dos normas anteriormente mencionadas, hace que el costo del

45 Condiciones específicas para el permiso de descarga de aguas residuales. Concesión número 3 ZAC100301-37HAMSG94, noviembre 7 de 1994.

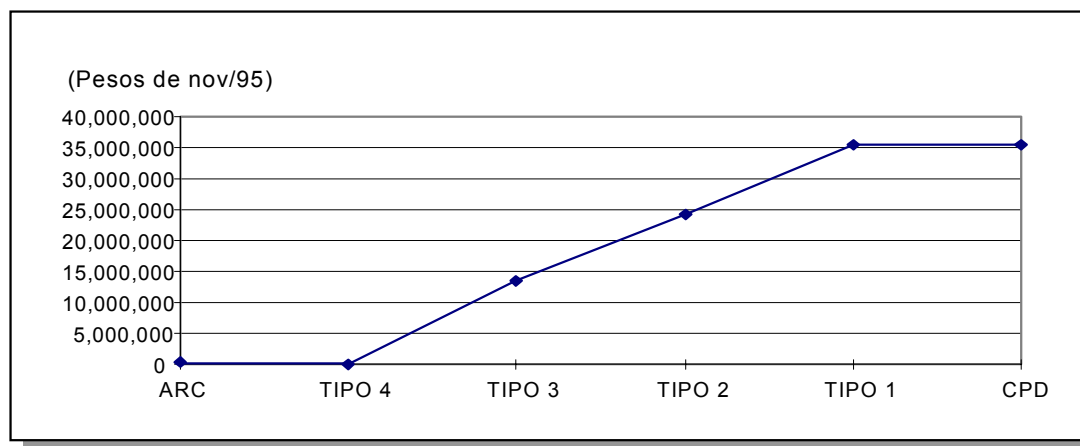
tratamiento se eleve innecesariamente. Por lo tanto, este análisis utilizará una tecnología de tratamiento de ARC más simple que el presentado en la evaluación social.

Como primer paso del análisis, se deben identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios de descontaminar. Estos están representados por el valor económico de las diversas alternativas técnicas que permiten pasar de un nivel de contaminación a otro.

4.2 Beneficios en producción agrícola

Dadas las disponibilidades de hectáreas para siembra y agua para riego, es conveniente calcular el beneficio de producir el cultivo más rentable que la normatividad permita para cada tipo de agua.

Los beneficios totales del ARC así como los del tipo 4 son iguales puesto que se puede cultivar lo mismo. El beneficio total del cultivo de *forraje (maíz, frijol, avena y alfalfa)* en 260 hectáreas es de \$13,181,511 en valor presente (VP) (ver gráfica 4.1), la cual es considerada la situación sin proyecto (situación base). El número de hectáreas se va incrementando en función de la disponibilidad del gasto de agua residual.



Gráfica 4.1 Valor presente de los beneficios en producción agrícola generados al tratar el agua residual cruda.

Los beneficios totales del tipo 3, son generados de un escenario donde el 10% de las hectáreas son sembradas de *sandía*, (incorporándose anualmente un 10% hasta alcanzar un 85% del total de la superficie como tope máximo) siendo éste el cultivo más rentable del grupo permitido en el tipo 3, y el resto de las hectáreas son sembradas de *forraje (maíz, frijol, avena y alfalfa)*. El valor presente del beneficio total es de \$26,691,402,

menos la situación sin proyecto de (\$13,181,667) el valor incremental es de \$13,509,910.

Los beneficios totales del tipo 2, son generados de un escenario donde el 10% de las hectáreas son sembradas de *ajo*, (incorporándose anualmente un 10% hasta alcanzar un 85% del total de la superficie como tope máximo) siendo éste el cultivo más rentable del grupo permitido en el tipo 2, y el resto de las hectáreas son sembradas de *forraje (maíz, frijol, avena y alfalfa)*. El valor presente del beneficio total es de \$37,499,178, menos la situación sin proyecto (\$13,181,511) el valor incremental es de \$24,317,667.

Los beneficios totales del tipo 1, son generados de un escenario donde 10% de las hectáreas son sembradas de *papa*, (incorporándose anualmente un 10% hasta alcanzar un 85% del total de la superficie como tope máximo) siendo éste el cultivo más rentable del grupo permitido en el tipo 1 y el resto de las hectáreas son sembradas de *forraje (maíz, frijol, avena y alfalfa)*. El valor presente del beneficio total es de \$48,719,107, menos la situación sin proyecto, el valor incremental es de \$35,538,596.

4.3 Costos de descontaminar el agua residual cruda

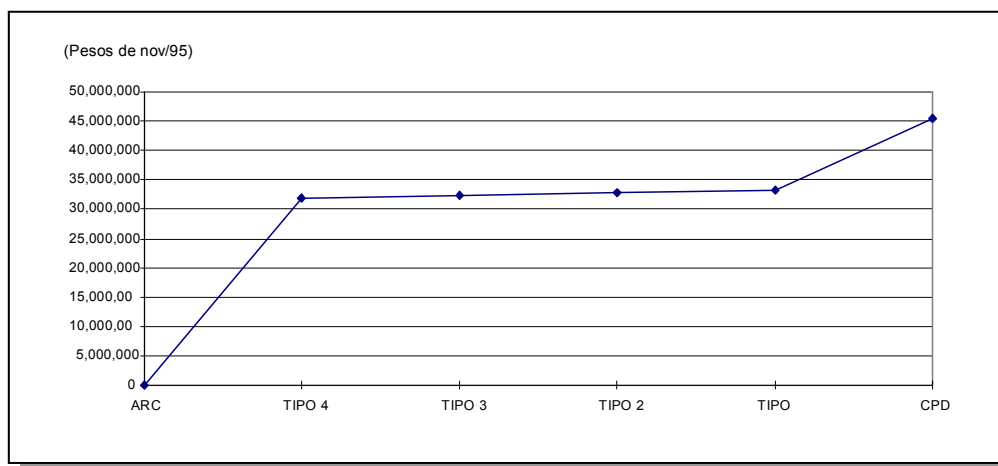
Se consultó con especialistas para obtener la alternativa técnica que permitiera simular el costo de pasar, en forma discreta, del ARC al agua tipo 4 y sucesivamente hasta llegar al tipo 1. Es así que se obtuvo el detalle de un sistema de tratamiento de filtros percoladores⁴⁶, es decir, un sistema biológico y de desinfección que cumplirá con la normatividad existente y que es la opción de mínimo costo de las analizadas.

El sistema biológico trata el ARC y la cambia a tipo 4. El sistema de desinfección escogido opera mediante el uso de luz ultravioleta⁴⁷, debido a que su costo es menor que la desinfección con cloración, que es la opción más común. Se instalan módulos de desinfección y cada uno de estos módulos va mejorando el tipo de agua hasta convertirla en tipo 1.

En la gráfica 4.2 se muestra el costo anual equivalente del sistema de tratamiento para alcanzar cada uno de los diferentes tipos de agua que la normatividad clasifica.

46 Cotización proporcionada por TSS Internacional S.A. de C.V. Febrero de 1996.

47 Cotización proporcionada por Trojan Technologies Inc. Marzo de 1996.



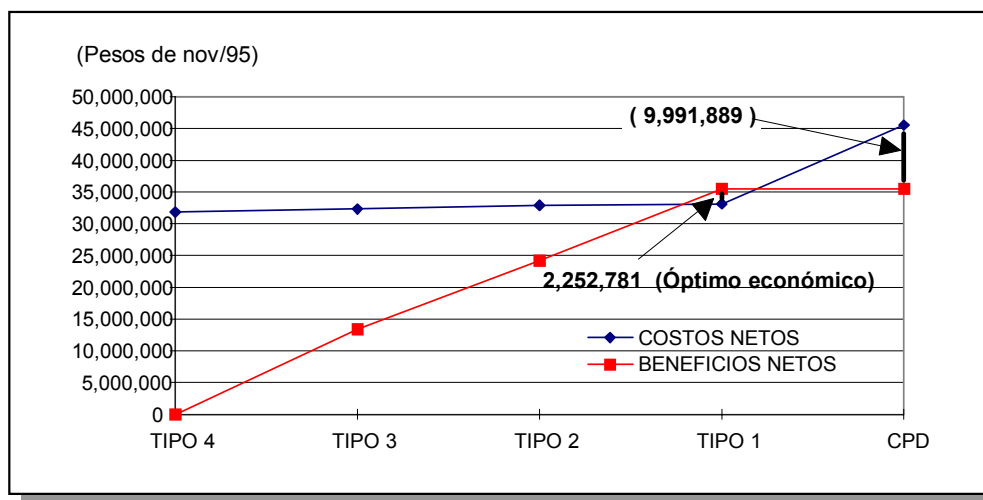
Gráfica 4.2 Costos de descontaminar el agua residual cruda.

Para determinar los costos totales de los tipos de agua, se tomaron los costos de inversión durante el horizonte del proyecto y los costos de operación y mantenimiento, traídos a valor presente.

Tabla 4.3 Costo total de los tipos de agua

Tipo de Agua	Inversión Inicial	Costo de Oper. y mtto. (VP)	Total (VP)
1	27,715,800	5,569,015	33,284,815
2	27,275,800	5,569,015	32,844,815
3	26,835,800	5,569,015	32,404,815
4	26,395,800	5,569,015	31,964,815

Finalmente, en la gráfica 4.3 se muestran los beneficios y costos netos de descontaminar.



Gráfica 4.3 Nivel óptimo de contaminación

La gráfica 4.3 muestra que la máxima utilidad se encuentra al utilizar agua tipo 1. El *costo social* que provoca el cumplir con la normatividad (sólo las NOM-032 y NOM-033), es de \$12,244,670. Esto es \$9,991,889 por obligar a cumplir con las condiciones particulares de descarga más el costo de oportunidad por no ubicarse en el nivel óptimo de contaminación, equivalente a \$2,252,781.

La normatividad en el caso de Zacatecas debería remitirse a exigir parámetros agrícolas que permitieran sembrar cultivos más rentables, es decir, que al ser implementados los sistemas de tratamiento, los beneficios que obtenga el país sean superiores a los costos de oportunidad de abstenerse de realizar el proyecto. Las CPD establecidas para la zona no están en función de un óptimo social; tampoco en función del uso que se le da al agua. Es probable que sean fijadas sin hacer un análisis técnico-económico de la situación de la zona a la que se le están aplicando.

Este análisis de ninguna manera es aplicable en lo general; los resultados son una recomendación para hacer el estudio de cada caso particular en el que la normatividad ecológica esté obligando llevar a cabo decisiones de inversión.

Es conveniente profundizar en la identificación de beneficios. Para este caso en particular los beneficios en salud y los intangibles no resultaron relevantes, pero puede haber otros casos en los que sí lo sean e incluso, se encuentren otros conceptos de beneficios.