



GOBIERNO DE CHILE  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

# PROYECTO GEF/UNEP

## "DESARROLLO DE UN PLAN NACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA GESTIÓN DE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN CHILE"

**Análisis Socio-Económico en la  
Gestión de los Contaminantes  
Orgánicos Persistentes (COPs)**

Informe Final



UNIVERSIDAD TECNICA  
FEDERICO SANTA MARIA

Marzo de 2005

## TABLA DE CONTENIDOS

Índice de Cuadros

Índice de Figuras

Resumen Ejecutivo

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	METODOLOGÍA	4
III.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS COPS	5
IV.	CARACTERIZACIÓN DE LOS COPS EN CHILE	9
V.	ENFOQUE TEORICO DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	40
VI.	EFFECTOS EN LA SALUD A SER CUANTIFICADOS Y VALORADOS	62
VII.	APLICACIONES PARA CUANTIFICAR LOS EFECTOS EN LA SALUD	66
VIII.	INDICADORES DE CALIDAD EN SALUD	109
IX.	LOS MÉTODOS MULTICRITERIO COMO APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE COPS	113
X.	ANÁLISIS DOSIS-RESPUESTA: MARCO TEÓRICO	118
XI.	MODELO DE EVALUACIÓN Y RESULTADOS	127
XII.	DEFINICIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN: RECOMENDACIÓN DE POLÍTICAS	139
	Bibliografía	144
	ANEXOS	150

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>		<b>Página</b>
1	Tipo de compuesto COP y su uso.	6
2	Principales fuentes de origen de los COPs y relación con sectores económicos.	6
3	Posibles efectos en la salud de los COPs y casos informados.	7
4	Uso y contexto legal de plaguicidas COPs en Chile.	8
5	Información recopilada para el levantamiento de SPC en el país.	11
6	Actividades que pertenecen a la categoría “otros” (menos de 20 SPC con COPs).	12
7	Potenciales fuentes contaminantes asociadas a <i>hot spots</i> .	14
8	Emisiones por categoría a nivel nacional.	17
9	Encuestas recepcionadas por Región, que declaran tenencia de plaguicidas caducados COPs.	22
10	Localización de los puntos geográficos con plaguicidas COPs y cantidad de producto por sitio.	23
11	Cantidad de producto por tipo de unidad productiva o económica.	24
12	Cantidad proyectada de sitios con plaguicidas COPs en posesión de agricultores viables.	25
13	Cantidad, material y estado de los envases por sitio y características de las etiquetas.	26
14	Características del lugar de almacenamiento de los plaguicidas caducados COPs.	27
15	Actividades potencialmente contaminantes por COPs.	31

<b>TABLA</b>		<b>Página</b>
16	Tecnologías Seleccionadas para tratar Compuestos Orgánicos Persistentes	36
17	Algunos costos referenciales e Ítems previos a tener en cuenta para llevar a cabo un trabajo de remediación.	39
18	Tipos de externalidades.	42
19	Principales consideraciones del Análisis Costo-Beneficio.	54
20	Atributos de los criterios de evaluación.	56
21	Efectos probables de la aplicación de medidas de un plan de acción.	58
22	Principales metodologías de valoración de bienes ambientales	61
23	Principales efectos adversos para la salud asociados a la exposición a los COPs	64
24	Relación de pérdida social por daño en la salud de las personas.	65
25	Fortalezas y Debilidades del uso de funciones dosis respuesta por medio de series de tiempo.	68
26	Componentes para la valorización de los costos de tratamiento.	68
27	Algunos enfoques del método de valoración de salud (Costos Evitados).	70
28	Fortalezas y debilidades de los enfoques de los métodos de valoración.	71
29	Formas funcionales para V y $\Delta V$ .	74
30	Estimadores de las medidas de bienestar para las diferentes formas funcionales.	76
31	Cuadro resumen del Método de Valoración Contingente.	95

<b>TABLA</b>		<b>Página</b>
32	Cuadro resumen del Método de los Precios Hedónicos	108
33	Construcción y definición de indicador de calidad de salud	110
34	Particularidades y uso del indicador de calidad	111
35	Resultados de la aplicación de políticas de reducción de los niveles de contaminantes PM 10.	112
36	Ejemplo de una matriz de impacto.	115
37	COPs considerados en el análisis.	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>Página</b>
1	Potencialmente Contaminados (SPC) con COPs a nivel país.	10
2	Número de Sitios Potencialmente Contaminados con COPs (considerando las actividades con 20 o más sitios involucrados)	11
3	Distribución geográfica de PCBs en Chile	16
4	Emisiones de Dioxinas y Furanos por región.	18
5	Emisiones por vía de liberación a nivel nacional.	19
6	Número de encuestas por región en las cuales se declara haber tenido algún derrame que contaminara el suelo y/o materiales.	28
7	Encuestas por región en las cuales se declara haber enterrado productos caducados.	29
8	Nivel socialmente óptimo del control de la polución.	44
9	Soluciones cooperativas y no cooperativas.	46
10	Impuesto eficiente a las emisiones	50
11	Respuesta óptima de la empresa frente a un sistema de permisos transables.	53
12	Función de densidad de probabilidad normal.	83
13	Función de densidad de probabilidad uniforme.	84
14	Función de densidad de probabilidad logística y lognormal.	84
15	Función de Precios Hedónicos.	99
16	Decisiones del consumidor.	100
17	Valoración de cambios en el bienestar.	100
18	Pirámide de los efectos en la salud de la polución (Kryzanowsky 2002)	111

<b>FIGURA</b>		<b>Página</b>
19	Matriz de impacto en una evaluación multicriterio.	114
20	Tabulación de un conjunto de ponderadores.	116
21	Clasificación de métodos de valoración económica de impactos ambientales.	119
22	Proceso de Cambio en la Calidad Ambiental y el Bienestar Social para el Caso de los COPs en Chile.	129
23	Costo económico anual por muerte provocado por exposición a dioxinas y furanos	136
24	Costo económico anual por muerte provocado por exposición a PCBs.	136
25	Costo económico anual por muerte provocado por exposición a HCB.	137
26	Costo económico anual por muerte provocado por exposición a DDT.	137
27	Costo económico anual por muerte provocado por exposición a Aldrina.	138
28	Costo económico anual por muerte provocado por exposición a Heptacloro.	138

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente estudio forma parte del proyecto GEF/UNEP orientado a elaborar un plan nacional para implementar en Chile la gestión de doce Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). En este sentido, este plan es una de las cuatro iniciativas nacionales para cumplir con lo establecido por el Convenio de Estocolmo.

En primer lugar el estudio presenta una caracterización a nivel general de los COPs, para posteriormente analizar su presencia en Chile, a través de la presentación de las principales conclusiones entregadas por los informes que componen el Plan de Acción Nacional. El objetivo fundamental del análisis aquí fue, por un lado, poder utilizar la información atinente generada por éstos informes, y por otro señalar explícitamente futuros avances requeridos en la evaluación y seguimientos económicos del plan de acción.

Posteriormente se presenta una acabada descripción de los principales métodos de análisis y evaluación socioeconómica relacionada con políticas de mejoramiento en la calidad de vida de las personas, dada la reducción de niveles de contaminantes, traducido en términos monetarios. Se presenta, en este sentido, una revisión de la literatura, detallando los distintos métodos de valoración de daño ambiental, centrado fundamentalmente en el análisis dosis-respuesta, y los distintos métodos de valoración de efectos en la salud.

El estudio presenta las bases teóricas y prácticas de una evaluación costo-beneficio sobre distintas políticas de mitigación y abatimiento para el caso de los COPs en Chile. La metodología y modelo planteados abarcan todas las variables relevantes para una evaluación económica y seguimiento futuro de las distintas políticas orientadas a tratar con el problema de los COPs en Chile.

De igual forma, se realiza una evaluación costo-beneficio preliminar mediante la aplicación de la metodología dosis-respuesta, que aprovecha los recientes avances en la caracterización e inventario de los COPs a nivel nacional, realizada por el programa. Éste ejercicio tiene un carácter preliminar dada la disponibilidad actual de información base para el caso de los COPs, sin embargo, se especifican los principales análisis y variables requeridas, para implementar un sistema de evaluación y seguimiento dinámico del plan de acción.

El análisis consideró siete contaminantes, dioxinas, furanos, PCBs, HCB, DDT, aldrina, heptacloro. Del análisis es posible destacar la importancia relativa de cada contaminante y su impacto económico por región. Destacando por su magnitud monetaria las dioxinas, furanos, y PCBs, alcanzando cifras de alrededor de 14 millones US\$ 1998 y 10 millones US\$ 1998 respectivamente. Además, es posible apreciar las regiones que sufren mayor impacto por tipo de contaminante. Así por ejemplo en el caso de las dioxinas y furanos la octava región y la RM son las más afectadas, mientras que para el caso de los PCBs la segunda región y la RM son las más afectadas.

Es importante recalcar la necesidad de tomar éstos valores numéricos con cautela, dado los importantes supuestos realizados, sin embargo, también se puede resaltar la efectividad del análisis en detectar valores relativos por contaminante y región, los cuales no deberían cambiar tanto ante cambios en los supuesto realizados.

Así el marco conceptual y modelo desarrollado en este estudio puede a futuro considerarse como una herramienta importante en la priorización del plan de acción a ser desarrollado.

Finalmente, se discuten las principales líneas de acción contenidas en el Plan Nacional de Acción (PNA). Así, a partir de las revisiones, el modelo conceptual y el modelo económico antes desarrollados, se realizan algunas recomendaciones de políticas adicionales a ser discutidas.

Las principales conclusiones del informe apuntan a que el marco conceptual y modelo desarrollado en éste trabajo pueden a futuro considerarse como una herramienta importante en la priorización del plan de acción. Puntualmente la herramienta conceptualmente aquí desarrollada, permite por un lado, dimensionar económicamente los efectos de la política y ayudar a la priorización de los proyectos específicos del plan. Así por ejemplo los criterios de priorización y localización de los *hot spots*, pueden ser complementados con ayuda de la valoración económica aquí planteada.

## EXECUTIVE SUMMARY

This study is part of the GEF/UNEP project aimed at designing a National Plan to implement the management of twelve Persistent Organic Pollutants (POPs) in Chile. This plan is one of four national initiatives to meet the Stockholm Convention's requirements.

This work is structured as follows. First, a general characterization of POPs is presented. Second, based on the reports put forward in the National Action Plan (Plan de Acción Nacional) an analysis of the use and presence of POPs in Chile is offered. The main aim of this review is to present and discuss this recently release data and also critically examine it in terms of what is require for an economic analysis of this action plan. Third, a comprehensive analysis of the economic approach to environmental change is offered. This analysis mainly focuses on the economic impacts associated with a reduction in the levels of POPs. This review includes a discussion of economic valuation techniques of health improvement, focusing particularly in the dose-response type of analysis.

Accordingly, this study also presents the theoretical basis of Cost-Benefit Analysis (CBA) and discusses its potential application to the management of POPs in Chile. This discussion includes methodological issues as well as practical ones addressing in particular the information requirements to develop such type of analysis for the management of POPs. These informational requirements along potential economic policies for POPs management are also discussed in terms of the Chilean case.

A preliminary cost-benefit analysis is also carried out. This application is based mainly in the dose-response methodology. This exercise makes use of the most recent data on POPs gathered through the GEF/UNEP Program. It should be noted that the main aim of this analysis is to give a first step in the use of economic approaches in the management process of POPs in Chile, presenting the methodology of this type of analysis and discussing the data requirements for its application. However, given the limitations of the data on POPs, the results should be considered as preliminary. The analysis included the following pollutants: dioxins, furans, polychlorinated biphenyls (PCBs) and chlorinated pesticides (HCB, DDT, aldrin and heptachlorine). This application allowed to identify the relative economic impact associated with the management of each pollutant. The pollutants with a greater economic impact were dioxins and furans and PCBs, ranging around the 14 MM US \$1998 and 10 MM US \$1998 respectively. The more affected regions were also identified, being the VIII Region and the Metropolitan Region (MR) the more affected ones for dioxins and furans, while the II and the MR the more affected for the case of PCBs.

Finally, while the results presented in this report are preliminary and as such should be taken cautiously, this report can be considered as setting the conceptual framework for the application of economic tools in the management of POPs in Chile. This report claims that this type of analysis can be an important tool to assist the decision making process regarding the National Action Plan. In particular, this model can provide relevant results in regards with the economic impacts of each policy of the National Action Plan. These economic results along with other information, related to hot spots for instance, can be crucial in the setting of the Chilean plan to manage POPs.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

*Francisco Cereceda B.*

Departamento de Química  
Universidad Técnica Federico Santa María

*Rodrigo Harrison V.*

Departamento de Industrias  
Universidad Técnica Federico Santa María

*Marcelo Villena Ch.*

Departamento de Industrias  
Universidad Técnica Federico Santa María

*Mauricio Villena Ch.*

Escuela de Negocios  
Universidad Adolfo Ibañez