



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
Postgrado en Administración de Empresas

Trabajo Especial de Grado

**ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA
PLANTA TERMODESTRUCTORA DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS
PERSISTENTES Y OTRAS SUSTANCIAS TÓXICAS**

presentado por:
GERARDO RAMÍREZ RUIZ
para optar al título de
Especialista en Administración de Empresas

Asesora:
Econ. Yllen López

Ciudad Guayana, abril 2006

Índice de Contenidos

	<u>Página</u>
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. MARCO TEORICO.....	4
1. Antecedentes Generales	4
2. Conceptos Generales	6
2.1. Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs).....	6
2.1.1. Propiedades COPS	7
2.2. Bifenilos Policlorados (PCBs)	8
2.3. Dioxinas y Furanos	11
2.4. Propiedades Físico-Químicas de los PCBs	14
2.5. Askarel	15
3. Consecuencias	15
3.1. Casos	15
3.2. Posibilidades de exposición de los Seres Humanos a los PCBs, dioxinas y furanos.....	16
3.3. Desechos de PCBs	18
3.4. Fuentes de PCBs	18
3.5. Fuentes de exposición a los PCBs.....	19
3.6. Efectos tóxicos	19
3.7. Identificación de PCBs.....	20
3.8. Planes de Contingencia y Procedimientos para su registro	21
3.8.1. Fugas de PCBs.....	21
3.9. Contaminación en frío (derrame sin incendio).....	21
3.10. Contaminación en caliente (derrame con incendio)	23
4. Regulaciones	24
4.1. Reducción de la exposición a PCBs, dioxinas y furanos ...	24
4.1.1. Reducción de la exposición a PCBs	24
4.1.2. Reducción de la exposición a dioxinas y furanos ...	26
4.2. Normas y límites	27
4.3. Almacenamiento, manipulación y transporte	28
4.4. Primeros auxilios	29
4.4.1. Contacto con la piel	29
4.4.2. Contacto con los ojos	29
4.4.3. Inhalación	29
4.4.4. Ingestión	30
4.5. Exámenes preocupacionales y periódicos	30

	<u>Página</u>
4.5.1. Predisposición	32
4.6. Papel de los trabajadores en el control de los PCBs	32
5. Problemática ambiental global	33
5.1. Problemática ambiental de los PCBs	33
5.2. Dispersión de los PCBs en los Pirineos	36
5.3. Dispersión de los PCBs en el Mar Báltico.....	37
5.4. Situación de los PCBs en el Estado Español	38
5.4.1. Responsabilidad Gubernamental sobre los PCBs ...	40
5.5. Situación de los PCBs en Chile	40
6. Situación de los desechos peligrosos en Venezuela.....	42
6.1. Generación de PCBs	43
 CAPITULO II. MARCO LEGAL	 47
1. Fundamentos jurídicos que sustentan la instalación de la planta de eliminación de PCBs en Venezuela	47
1.1. Legislación Internacional	47
1.2. Legislación Nacional	50
2. Normativa Legal de Ambiente	52
3. Condiciones de Trabajo y Medio Ambiente en Venezuela	55
4. Conclusiones Legales	57
 CAPITULO III. DESCRIPCION DE PLANTA MODELO	 58
1. Proceso	58
2. Descripción del Servicio	59
3. Beneficios del tratamiento de incineración	61
4. Equipamiento de Planta	62
4.1. Equipos para Proceso	62
4.1.1. Memoria descriptiva del horno	64
4.1.2. Materiales constructivos para los hornos	66
4.2. Equipos generales	66
4.2.1. Laboratorio de Control de Calidad	66
4.2.2. Instrumental Analítico de Campo	67
4.2.3. Planta de Tratamiento de Efluentes Líquidos	67
5. Tratamiento de Efluentes Líquidos y Gaseosos	67
5.1. Sistema de Aguas de Procesos	68
5.2. Sistema Colector de Agua utilizada	68
5.3. Control de emisiones gaseosas	71

	<u>Página</u>
6. Consideraciones operativas y monitoreos durante el proceso ..	72
7. Modelo de planta propuesta para Venezuela	73
CAPITULO IV. EL PROYECTO	74
1. Justificación del Proyecto	74
2. Beneficios	76
3. Limitaciones del Estudio	77
CAPITULO V. ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO	79
1. Personal	80
2. Propiedades, Planta y Equipos	82
3. Depreciación	90
4. Capital de Trabajo	92
5. Inversión del Proyecto	93
6. Amortización	94
7. Estructura de Costos	97
8. Estado de Resultados proyectados	99
9. Flujo de Caja	102
10. Indicadores Económicos	103
10.1. Tasa Interna de Retorno	103
10.2. Punto de Equilibrio	104
10.3. Índice de Recuperación de la Inversión	106
11. Análisis de Sensibilidad	107
12. Formas concretas para la obtención de recursos financieros .	107
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	112
ANEXO 1. Volúmenes estimados de PCBs almacenados por las empresas del Grupo CVG	114
ANEXO 2. Fotografía aérea Planta Termodestructora IDM S.A., Provincia Santa Fe, Argentina	116

Lista de Tablas

	<u>Página</u>
TABLA N° I. Personal. Un turno diario.....	81
TABLA N° II. Personal. Dos turnos diarios	82
TABLA N° III.1.1. Propiedades, Planta y Equipos – Servicios Industriales	83
TABLA N° III.1.2. Equipos para Proceso	84
TABLA N° III.1.3. Equipos Generales	85
TABLA N° III.1.4. Equipos Manejo Materiales	86
TABLA N° III.1.5. Edificios Auxiliares	87
TABLA N° III.1.6. Edificios para Proceso	87
TABLA N° III.1.7. Gastos de Construcción	88
TABLA N° III.2. Otros Activos	90
TABLA N° IV. Depreciación	91
TABLA N° V. Capital de Trabajo	93
TABLA N° VI. Inversión del Proyecto	94
TABLA N° VII. Amortización del Crédito	96
TABLA N° VIII. Estructuras de Costos. Un turno diario	98
TABLA N° IX. Estructura de Costos. Dos turnos diarios	99
TABLA N° X. Estado de Resultados Proyectados	101
TABLA N° XI. Flujo de Caja	102
TABLA N° XII. Tasa Interna de Retorno	103
TABLA N° XIII. Punto de Equilibrio	104
TABLA N° XIV. Índice de Recuperación de la Inversión	106

Lista de Figuras

	<u>Página</u>
FIGURA N° 1. Diagrama de flujo	60
FIGURA N° 2. Esquema Estudio Económico-Financiero	79

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE
EMPRESAS MENCION: FINANZAS – MERCADOTECNIA

Trabajo Especial de Grado

**ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA
PLANTA TERMODESTRUCTORA DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS
PERSISTENTES Y OTRAS SUSTANCIAS TÓXICAS**

Autor: Gerardo Ramírez Ruiz
Asesor: Econ. Yllen López
Noviembre, 2005

RESUMEN

En Venezuela existe una cantidad de contaminantes peligrosos, denominados PCBs (bifenilos policlorados), desconocida para el público en general, que están siendo utilizados y en riesgo de ser emitidos al medio ambiente, convirtiéndose en amenazas sobre la población.

Basado en la metodología de Formulación de Proyectos, se desarrollará el Análisis Económico-Financiero para la instalación de una planta termo destructora de Contaminantes Orgánicos persistentes y otras sustancias tóxicas.

Una de las prerrogativas del presente estudio es la de fortalecer el papel del Estado Venezolano en su lucha por mejorar la calidad de vida de sus habitantes, incluyendo dentro de esta lucha la generación de empleo y diversificación de la economía, a través de la puesta en marcha de proyectos de alto impacto ambiental.

Se consolidarán los argumentos que justificarían la instalación del proyecto en Venezuela, particularmente en la Región Guayana y finalmente se expondrán los resultados obtenidos en el estudio económico-financiero.

INTRODUCCION

Después de haber cursado todas las asignaturas de las especialidades de Administración de Empresas y Mercadotecnia, inicié la búsqueda del tema sobre el cual versaría mi Trabajo Especial de Grado. Aspiraba a desarrollar un proyecto que pudiera reunir todas estas corrientes; donde se conjugaran la evaluación de proyectos de inversión, la responsabilidad social, la organización inteligente, aspectos de planificación administrativa y financiera y se presentaran sólidos aspectos de identidad e imagen y de todos aquellos temas que los estudios de post grado me facilitaron.

El presente estudio económico-financiero surge a raíz de una consulta que me hiciera un grupo de inversionistas argentinos, sobre la forma de lograr que en Venezuela se interesasen en un proyecto ambientalista de importantes magnitudes, ya que en los últimos cuatro años, habían hecho esfuerzos ante las autoridades ambientales del país, sin obtener ningún tipo respuesta. Al analizar las presentaciones realizadas por los inversionistas, me di cuenta, que una gran idea, sin una buena argumentación social, legal y técnico-financiera , se hace de una suerte nula, no es permeable a los interesados y se desplaza por una empinada cuesta sin lograr crear interés. En ese momento me percaté que desarrollando este tema cubriría un doble propósito: el trabajo especial de grado y el material de la ponencia que se presentaría ***ante los entes responsables de la administración pública***, a

fin de lograr su interés en un tema trascendental para el país, la evaluación preliminar de la idea-proyecto y su posterior ejecución, de acuerdo con los términos establecidos por la República..

Si bien es cierto que al término de estas dos especialidades la materia ambientalista y química no fue precisamente la orientación de los estudios de postgrado, también lo es el hecho, que utilizando los conceptos generales de la administración, se puede dar forma a una idea perteneciente a otra disciplina científica y lograr crear los parámetros de medición que arrojen los indicadores, capaces de generar entusiasmo y probabilidades certeras para su ejecución.

La carrera industrial y el afán de generar grandes utilidades, ha llevado al hombre a crear procesos que obvian algunos parámetros relacionados con el derecho que todos tenemos a permanecer sanos. Por lo tanto, se debe insistir en la generación de proyectos con soluciones multipropósito, aterrizados con la realidad del país y alineados con las tendencias mundiales de biodiversidad y conservacionismo.

Es así, como basado en las metodologías de evaluación de proyectos de inversión, este trabajo se desarrolla recabando la información necesaria para argumentar fehacientemente lo que pudiera transformarse en una planta de termo destrucción de los compuestos químicos creados por el hombre en el siglo XX y cuyas devastadoras consecuencias apenas se empiezan a sentir en este planeta.

La metodología empleada; argumentada inicialmente desde el punto de vista teórico y legal crea el marco de desarrollo del tema, se analiza posteriormente un modelo existente en otro país latinoamericano, aproximándolo lo más posible a nuestra realidad económica y social. Por último, se justifica esta inversión bajo la lupa ambientalista y financiera. Las tablas con indicadores y parámetros de proyección son un extracto del modelo que se aplica en estudios muchos más complejos y rigurosos, que en líneas generales dan una visión rápida y orientan al analista hacia donde van los esfuerzos y las virtudes de este estudio.

Este trabajo reúne el esfuerzo de varios colaboradores personales, bibliográficos y virtuales quienes me orientaron desde sus puntos de vista y coincidencias, dando como resultado esta presentación multidisciplinaria e interdependiente, alineada con altos valores conservacionistas, a favor de las especies vivas existentes en la tierra.

Espero contribuir al desarrollo de nuevas tendencias de inversión, cónsonas con las necesidades de la región, del país y de nuestro entorno, que coadyuven al sostenimiento de las especies y respeten el porvenir del ambiente y los recursos naturales; que impriman un importante valor agregado a la industria nacional, que compita con otros mercados para mejorar y desarrollar nuevas tecnologías, que generen riqueza sana y sustentable para todos, trabajo digno, organizado y escalable y finalmente que sean una escuela orientadora para las futuras generaciones.

CAPÍTULO I - MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES GENERALES

Según N. Schinitman hace más de 50 años, muchos científicos se ufanaban al afirmar que, gracias a la química, se nos abrían las puertas de un "mundo nuevo", debido a la obtención en los laboratorios de sustancias químicas y materiales que la naturaleza jamás había producido.

Es indudable la veracidad de esta expresión, como así también es innegable la enorme importancia y beneficios producidos por gran cantidad de los productos químicos sintéticos "fabricados por el hombre".

No obstante, sin dejar de compartir el valor y la utilidad de muchos de los nuevos productos químicos resultantes de la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos desarrollados y acumulados, es de destacar que -en aquellos tiempos- no se tomaron en consideración los efectos ambientales de esas sustancias, que están relacionada con las que hoy conocemos como sustancias xenobióticas.

Se consideran sustancias xenobióticas aquellos productos químicos industriales, compuestos orgánicos e inorgánicos, drogas terapéuticas, aditivos alimentarios, etc., artificiales, extraños a la vida y a la naturaleza, no producidos por la biota (es decir, el conjunto de los seres vivos: animales, plantas y microorganismos), fabricados voluntariamente por el hombre por su utilidad tecnológica, o generados involuntariamente, como subproductos inevitables, no deseados, de ciertas reacciones químicas.

Se trata de productos químicos obtenidos por síntesis, que penetran, se dispersan y permanecen en el ambiente, y cuya fabricación, procesado, distribución, uso y eliminación representan un alto riesgo sanitario y ambiental, que la sociedad no debería asumir.

Estas sustancias sintéticas no se incorporan a los procesos naturales de reciclado (los ciclos biogeoquímicos), ni al metabolismo de los seres vivos. Asimismo, algunas pueden experimentar biotransformaciones, consistentes en procesos por los cuales ciertos organismos modifican algunas sustancias xenobióticas que han absorbido, para formar otras sustancias que pueden ser retenidas o excretadas por el organismo.

Nuestros actuales conocimientos nos muestran que algunas de esas sustancias sintéticas resultaron tener, entre otras propiedades ambientales, las de ser muy estables, persistentes, no biodegradables, no reciclables naturalmente, liposolubles y bioacumulables. Como consecuencia, con el tiempo provocaron severos impactos ambientales negativos, de difícil remediación.

En pocas palabras, los resultados muestran que, contrariamente a lo deseado, algunas sustancias elaboradas con las mejores intenciones para curar enfermedades, mejorar la producción de alimentos y elevar la calidad de vida, resultaron ser peligrosas para la salud y la conservación de la biodiversidad, por lo que no conviene seguir usándolas.

No obstante, año tras año se agregan varios miles más a la lista, los compuestos químicos de uso industrial y tecnológico, de los cuales las sustancias xenobióticas constituyen una creciente proporción.

El artículo “Bifenilos-Policlorados-PCBs”, explica que dentro del universo xenobiótico, se identifican los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs, por sus siglas) como tóxicos y más específicamente a los Policlorados Bifeniles (PCBs), así como a las dioxinas y furanos. Su evidencia de toxicidad se dio a inicios de la década del '70, y el fabricante de los PCBs empezó a retirarlos. En 1976, bajo el Acta de Control de Substancias Tóxicas (*The 1976 Toxic Substances Control Act*), en Estados Unidos se prohibió la producción, manipulación, distribución y comercialización de los PCBs. La misma prohibición se dio en el Reino Unido en 1986 como parte de una iniciativa de la Comunidad Económica Europea (CEE); sin embargo, se reconoció que los PCBs seguirían existiendo en equipos ya construidos, por lo que el Reino Unido y otros países del Mar del Norte determinaron en la Tercera Conferencia del Mar del Norte de 1990, encarar y destruir definitivamente los PCBs a fines de 1999; para los países que no pertenecen al Mar del Norte que participaron en la Convención de París, hasta el año 2010.

2. CONCEPTOS GENERALES

2.1. Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)

Los COPs (o POPs, *Persistent Organic Pollutants*, en inglés), conforman un grupo de doce sustancias químicas sintéticas peligrosas, a

veces denominado "la docena sucia" (por el título de una vieja película), que actualmente se encuentran en el ambiente y han sido halladas en alimentos de consumo humano habitual. Sus efectos se han estudiado detenidamente y se sabe pueden causar daños ambientales significativos.

Entre ellas, según el "Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, de 2001", que estudia el cese de su liberación al ambiente y la destrucción de las existencias remanentes, se incluyen los Bifenilos Policlorados (PCBs), las dioxinas (PCDDs) y los furanos (PCDFs).

De los doce COPs, ocho de ellos son utilizados como plaguicidas: Aldrin, Clordano, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Mirex y Toxafeno. Dos son productos químicos de aplicación industrial: Bifenilos Policlorados y Hexaclorobenceno (que también es usado como plaguicida) y dos son subproductos no deseados: Dioxinas y Furanos (Schinitman, 2004).

Todos estos contaminantes persistentes presentan ciertas propiedades ambientales que se explican seguidamente.

2.1.1. Propiedades de los COPs

Los contaminantes orgánicos persistentes presentan características que son importantes de considerar:

- Tóxicos para humanos y animales, con importantes efectos sobre las mujeres y las generaciones futuras.
- Persistentes en el ambiente.
- Bioacumulables en ecosistemas terrestres y acuáticos.

- Se incorporan a la cadena alimentaria y pueden ser transportadas por ella.
- Posible transporte transfronterizo a largas distancias por aire, agua o especies migratorias (conocido como "efecto saltamontes").
- Pueden depositarse y actuar en lugares alejados de los puntos de liberación (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha).

2.2. Bifenilos Policlorados (PCBs)

Los bifenilos policlorados (PCBs) son productos químicos orgánicos aromáticos (con anillos cerrados de átomos de carbono), sintéticos, elaborados por el hombre para uso industrial. Los PCBs constituyen una categoría o familia de compuestos que se forman por adición de cloro al bifenilo (C₁₂H₁₀). Este último compuesto tiene una estructura dual de dos anillos bencénicos de seis átomos de carbono, unidos por un solo enlace carbono-carbono.

La familia de los PCBs comprende 209 compuestos conocidos como "congéneres". La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada o *International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)*, ha registrado y asignado números de identificación a todos esos congéneres. Doce de ellos resultan de particular interés por ser "similares a las dioxinas", son los identificados con los números 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169 y 189.

Los PCBs fueron sintetizados inicialmente a fines del siglo XIX, hacia 1930 comenzaron a emplearse en la industria química. Se los fabricaba por cloración del bifenilo en presencia de un catalizador adecuado.

De acuerdo con el grado de cloración y el número y posición de los átomos de cloro, los PCBs varían sus propiedades físico-químicas y, particularmente, su capacidad de resistir altas temperaturas sin descomponerse.

Debido a su no inflamabilidad, estabilidad química, alto punto de ebullición y sus propiedades aislantes, los PCBs se emplearon en diversas aplicaciones industriales y comerciales como líquidos refrigerantes y aislantes, en transformadores y capacitores eléctricos, como dispersantes de plaguicidas, en adhesivos, como agentes desempolvantes, aceites de corte, retardantes de llama, fluidos para transferencia de calor, lubricantes hidráulicos, plastificantes de pinturas, plásticos y productos de caucho, pigmentos, colorantes y revestimientos para papel copiativo no carbónico.

No obstante, estos compuestos alcanzaron gran notoriedad principalmente por su utilización en los líquidos aislantes y refrigerantes para transformadores eléctricos.

Aparte de su probable carcinogenicidad, uno de los aspectos más preocupantes de estas sustancias es que, si se someten a temperaturas elevadas, en casos tales como incendios o recalentamiento de transformadores eléctricos, pueden convertirse en dioxinas y furanos.

Los PCBs fueron fabricados y utilizados en cantidades masivas durante varias décadas, hasta que en 1978 la Organización de las Naciones Unidas (ONU), recomendó su destrucción mediante incineración controlada a altas temperaturas. Según datos de algunos organismos internacionales, el total mundial de PCBs fabricados es de aproximadamente un millón doscientas mil toneladas.

La mayoría de países ya ha prohibido la fabricación de PCBs y también ha dictado normas para su transporte y almacenamiento. Asimismo, se requiere una autorización para gestionar y eliminar los residuos de PCBs pero, de todos modos, aunque muy regulado, se continúan usando en algunos transformadores.

Como resultado de sus múltiples aplicaciones, cantidades importantes de PCBs han ingresado al ambiente, ya sea por haber sido quemadas sin precauciones al aire libre, por incineración incompleta, por evaporación de plásticos, pinturas y revestimientos, por derrames o pérdidas en desagües y corrientes de agua, por haber sido arrojados en enterramientos sanitarios y vaciaderos no seguros, y por otros modos y técnicas de desecho inapropiadas, que no destruían los PCBs, como por ejemplo su vertido directo a los mares.

Asimismo, a pesar de las disposiciones legales y las recomendaciones de los expertos, cantidades importantes de PCBs se liberaron también al ambiente por desconocimiento, negligencia o incumplimiento de normas. Las

pérdidas y derrames accidentales, aunque de importancia local, han constituido fuentes menores de contaminación del ambiente global.

Finalmente, como resultado de su utilización poco cuidadosa, grandes cantidades se encuentran dispersas en los suelos, sedimentos de los lechos de los ríos y casi todo el ambiente acuático (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha).

2.3. Dioxinas y Furanos

Las dioxinas, cuya denominación química es dibenzo-p-dioxinas, son compuestos orgánicos formados por dos anillos de benceno unidos por un par de átomos de oxígeno. Los furanos (dibenzo furanos), cuyas propiedades químicas son similares a las que presentan las dioxinas, son compuestos orgánicos heterocíclicos (sus moléculas contienen por lo menos un átomo que no sea de carbono), cuya estructura anular está formada por un átomo de oxígeno y cuatro de carbono. En total se conocen 210 dioxinas y furanos.

Genéricamente, los químicos ambientales se refieren a las "dioxinas" para denominar a un grupo de compuestos peligrosos, con parecidas estructuras y mecanismos de acción tóxica. Se incluyen en este conjunto, por la similitud de sus propiedades y efectos, los siguientes compuestos: siete dibenzo dioxinas policloradas (PCDDs), diez dibenzo furanos policlorados (PCDFs) y los doce bifenilos policlorados (PCBs) "similares a las dioxinas", mencionados anteriormente (Schinitman, 2004).

Es importante destacar que, a diferencia de los PCBs, las dioxinas y furanos no son productos fabricados a propósito por el hombre con fines

utilitarios determinados. En la práctica, estas sustancias se generan involuntariamente, como subproductos no deseados durante la fabricación de herbicidas, conservantes de madera, antisépticos, pesticidas, productos de papel, etc., o durante reacciones químicas fuera de control. También se producen cuando se queman a temperaturas no muy elevadas, de 250 a 400 °C, diversas sustancias, tales como PCBs, nafta con plomo, plásticos, papel y madera. Asimismo, pueden formarse dioxinas luego de las combustiones, cuando los gases se enfrían, por síntesis, para lo que necesariamente deben coexistir residuos de carbón sin quemar y/o cloro.

Las dioxinas cloradas son algunos de los compuestos químicos más peligrosos conocidos hasta hoy. Entre ellas, la más conocida y más tóxica es la 2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-dioxina (2,3,7,8-TCDD). Debido a sus riesgos, la presencia de dioxinas en efluentes gaseosos está limitada internacionalmente a 0,10 nanogramos por metro cúbico de descarga por chimeneas.

Es de destacar y conviene tener en consideración que, las dioxinas son más tóxicas que los PCBs, pero la cantidad de PCBs liberados al ambiente es mucho mayor.

Se cree que algunas dioxinas pueden formarse durante procesos de calentamiento en la naturaleza, como por ejemplo en los incendios forestales, ya que se las ha detectado en sedimentos, suelos y en ciertos tipos de vegetación. Esto indicaría que, desde tiempos remotos, ya existían

las dioxinas en pequeña concentración en el ambiente. El aumento posterior de su presencia ambiental se debería a actividades humanas.

Las dioxinas se encuentran generalmente en el aire, el suelo, los sedimentos y ciertos alimentos. La mayoría de las dioxinas ingresan al aire en pequeñas cantidades, generadas durante diversas combustiones, incluyendo las de líquidos refrigerantes de transformadores con PCBs e incendios forestales.

En la atmósfera, los niveles de dioxina son extremadamente bajos. Sólo en áreas contaminadas, cercanas a lugares donde se queman combustibles fósiles, se han producido incendios de edificios o han ocurrido incendios forestales, etc., se las encuentra unidas a partículas, como en las cenizas.

Estos compuestos son poco solubles en agua, por lo que tienden a acumularse en los sedimentos y a concentrarse en los organismos de los peces.

Las dioxinas que pueden encontrarse en el suelo provienen tanto de las que están suspendidas en la atmósfera, como del enterramiento de residuos conteniendo dioxinas. Las plantas pueden absorberlas por las raíces en pequeñas cantidades. Por otra parte, las dioxinas suspendidas en la atmósfera que se depositan sobre las hojas pueden ser degradadas por la acción de la luz solar.

En los organismos vivos se observa una fuerte acumulación de dioxinas a través de la cadena alimentaria. En algunos casos, se han observado factores de bioconcentración (que es la capacidad de ciertas sustancias de

alcanzar concentraciones más elevadas en los organismos que en el agua, debida a su mayor afinidad con los tejidos vivos que con el agua).

Las principales dioxinas son prácticamente insolubles en agua y en la mayoría de los compuestos orgánicos, pero son solubles en aceites. Esto hace que en los suelos resistan la dilución por el agua de lluvia pero, si son absorbidas por el hombre o los animales, ingresan al tejido graso.

Además, los vientos transportan estas sustancias y las depositan sobre los suelos, edificaciones, pavimentos, hojas de las plantas, ríos y arroyos. La principal ruta o modo de ingreso de las dioxinas a las masas de agua se debe al desplazamiento de tierra erosionada a arroyos y ríos, y a la descarga de la precipitación pluvial caída sobre áreas urbanas (Schinitman, 2004).

2.4. Propiedades Físico – Químicas de los PCBs

Las propiedades físico – químicas de los PCBs son:

- Densidad relativa con respecto al agua (agua = 1): 1,5
- Presión de vapor a presión atmosférica y 25° C: 0,01
- Coeficiente de partición en octanol/agua: 6,30 (estimado)
- Rango de destilación: 365° – 390° C
- Punto de fusión: 29° C
- Punto de ebullición: 322° C
- Constante dieléctrica alta
- Gran estabilidad térmica y química (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha)

2.5. Askarel

Uno de los fluidos dieléctricos más utilizados en transformadores de alto voltaje es el Askarel, el cual contiene de 40 a 70 % de PCBs. El Askarel es el término que identifica la combinación de Aroclor (nombre comercial que se le dio a los PCBs) y triclorobenceno o la combinación de PCBs con compuestos bencenoclorados.

Su fórmula molecular es: $C_{12}H_{(10-X)}Cl_{(X)}$, donde $X > 2$

Los Askareles son productos peligrosos clasificados como PCBs, son sustancias químicas y térmicamente estables, no son inflamables, pero se descomponen peligrosamente por acción del fuego o calor muy intenso, no biodegradables, bioacumulativos y altamente persistentes al medio ambiente. Son no corrosivos con los metales y descomponen lentamente al caucho, la goma sintética y los plásticos comunes, casi no ataca el PVC y los epoxis (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha).

3. CONSECUENCIAS

Los efectos negativos de los PCBs , sobre los seres humanos y sobre el medio ambiente, ya empiezan a evidenciarse. Los científicos registran cada vez más casos y las consecuencias registradas, agudizan la problemática ambiental global.

3.1. Casos

A fines de los años 60 y a mediados de la década de los 70, se conocieron dos casos de contaminación accidental de aceite para el consumo de arroz (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha). Miles de ciudadanos

japoneses y taiwaneses estuvieron expuestos a altas concentraciones de PCBs; como consecuencia, se produjo un gran número de abortos y defectos de nacimientos. Posteriormente, se llegó a demostrar que estos problemas prenatales no fueron consecuencia de los mismos PCBs, sino de los dibenzofuranos policlorados o policloro dibenzofuranos, producidos al calentar el aceite contaminado para la cocción del arroz.

La dioxina fue conocida debido a la contaminación notoria ocurrida en una planta química de Seveso (Italia), por ser uno de los componentes del devastador defoliante "agente naranja" utilizado por los norteamericanos en la guerra de Vietnam dañando a los soldados y a sus descendientes. Asimismo, se produjo la evacuación de miles de personas en Times Beach, Missouri (EE.UU.), al descubrirse niveles elevados de dioxinas en las carreteras locales que, durante años, habían sido rociadas con aceite industrial residual (para evitar el polvo), contaminado con dioxinas.

3.2. Posibilidades de exposición de los Seres Humanos a los PCBs, dioxinas y furanos.

Actualmente, para los principales organismos y entidades ambientales internacionalmente reconocidos, los posibles efectos de la exposición de los seres humanos a estos contaminantes continúan siendo sumamente preocupantes. Por otra parte, hay algunas estimaciones acerca de que el nivel de exposición humana a estas sustancias está declinando lentamente y podría atenuarse casi totalmente hacia comienzos del próximo decenio.

De todos modos, debido a que estos compuestos son persistentes, bioacumulables y están ampliamente distribuidos en el ambiente, hoy en día muchas personas tienen niveles detectables de PCBs y dioxinas en sus tejidos.

Al presente, las principales posibilidades de exposición o contacto de los seres humanos con las sustancias mencionadas, son las que se refieren a continuación:

- Alimentos ingeridos (carnes rojas, cerdo, pescados, leche, lácteos, verduras, etc.).
- Accidentes industriales o tecnológicos (incendios, derrames, etc.)
- Contacto por actividad laboral (industrial/tecnológica, etc.).
- Contaminación del aire y el ambiente.

Por lo general, estos compuestos ingresan al organismo cuando se respira aire contaminado, se bebe agua contaminada, o mayormente, alrededor de un 90 %, cuando se ingieren alimentos contaminados, particularmente aquellos con alto contenido de grasas de origen animal, como la carne de vaca, cerdo, aves de corral, pescado, leche y productos lácteos.

Por supuesto, las diferencias entre las cantidades de PCBs y dioxinas ingeridos dependen mucho de las preferencias y hábitos alimentarios individuales.

Un caso particular de exposición, muy interesante, es el de los bebés durante la lactancia materna. Sobre este tema, los especialistas coinciden en

que sus beneficios son mucho mayores que los riesgos potenciales (Schinitman, 2004).

3.3. Desechos de PCBs

Se consideran desechos de PCBs los siguientes casos:

- Todas las mezclas y desechos o basuras que contienen más de 50 ppm en peso de PCBs,
- Cualquier objeto que conteniendo PCBs y debido a su interacción física o química con otro objeto, produjera contaminación por encima de los 50 ppm (en peso),
- Cualquier recipiente vacío sospechoso de haber contenido, previamente, PCBs en concentraciones iguales o mayores a 50 ppm (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha).

3.4. Fuentes de PCBs

Las principales aplicaciones de PCBs se dieron en el sector industrial y comercial. Se les dieron aplicaciones en fluidos dieléctricos para condensadores y transformadores principalmente. También se utilizaron PCBs en sistemas hidráulicos (por ejemplo, en equipos de minería) y de transferencia de calor, en lubricantes, selladores de empaquetaduras, pinturas, plaguicidas, adhesivos, papel carbón, guarniciones de freno y asfalto. Las aplicaciones no eléctricas incluyen su uso en tuberías de gas, edificios, naves y para la investigación.

Un buen indicador de contaminación de PCBs es la edad del equipo, ya que si éstos fueros fabricados antes de 1980, es muy probable que se hayan usado fluídos contaminados con PCBs (Bifenilos-Policlorados, Sin fecha).

3.5. Fuentes de exposición a los PCBs

Las principales fuentes de exposición de PCBs son el lugar de trabajo y el medio ambiente.

Exposición en el Lugar de Trabajo. La exposición en el lugar de trabajo puede ocurrir durante la reparación y mantenimiento de equipos que contienen PCBs (principalmente los transformadores), accidentes, derrames, transporte de material o del equipo, o incendios.

Exposición en el Medio Ambiente. Las principales rutas de ingreso al organismo son por vía respiratoria, con aire contaminado, y por vía dérmica, mediante el contacto directo con materiales contaminados con PCBs (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha).

3.6. Efectos Tóxicos

Estudios realizados en animales indican que los PCBs son oncogénicos (causan tumores) y también en las personas se ha determinado la probabilidad de que los PCBs y mezclas que contienen PCBs, sean carcinogénicas.

La piel absorbe los PCBs produciendo sequedad y enrojecimiento, en algunos casos se puede producir cloroacné (lesiones dérmicas severas) en el personal expuesto a PCBs en el lugar de trabajo. Los casos severos de cloroacné son dolorosos y desfigurantes, pudiendo ser persistentes.

El contacto con la vista produce enrojecimiento y dolor. La ingesta, produce dolor de cabeza y fiebre.

Se han detectado cambios en pacientes, relacionados con desórdenes funcionales en el sistema nervioso, especialmente en la corteza cerebral, causando dolores de cabeza, vértigo, depresión, nerviosismo y fatiga (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha).

3.7. Identificación de PCBs

La identificación de PCBs en algunos casos es simple, ya que la información puede estar disponible en el producto o en los lugares que contienen o que se sospecha que contienen PCBs, indicando su concentración. Los transformadores contaminados de PCBs, por ejemplo, pueden ser distinguidos por la placa ubicada en la cubierta externa del mismo y si las marcas de fábrica siguientes o los nombres siguientes (compuestos bencenos clorados comerciales) aparecen en la placa, entonces el transformador contiene PCBs:

- Apirolio (ITALIA)
- Aroclor
- Asbestol
- Chlorextol (ALLIS-CHARMER)
- Chorinol
- Chorphen
- Clophen (BAYER)
- Clorophen

- Diaclor
- Dikanil
- Dk - decachlorodiphenyl (ITALIA)
- Dykanol (PCBs, Sin fecha)

3.8. Planes de Contingencia y Procedimientos para su registro

Los riesgos inherentes al manejo de PCBs, implica el diseño de Planes de Contingencia y de Procedimientos para el Registro de Incidentes y/o Accidentes. Frente a una contingencia, se tomarán las siguientes precauciones según el caso:

3.8.1. Fugas de PCBs

En caso de fugas o pérdidas se actuará de la siguiente manera:

- La fuga será sellada inmediatamente con material sellador (Ej. Epoxi o poliamida), con un vendaje o cincho.
- Si no es posible reparar la pérdida, los PCBs se transferirán a otro envase, por lo menos hasta lograr un nivel inferior al de la pérdida, y luego se procederá a sellarla.

3.9. Contaminación en Frío (derrame sin incendio)

En caso de derrames en frío, se tomarán las siguientes acciones:

- Los derrames serán contenidos de inmediato, con el fin de evitar el avenamiento (“salida de la humedad a los terrenos”) por los conductos de desagüe, sumideros, etc.
- El PCB derramado será limpiado inmediatamente con material absorbente (tierra de Füller, aserrín, papel absorbente, turba, arena o

Dresser-dry, Sphag Sorb, trapos o estopa), disponiéndose estos desechos en bolsas plásticas de 120 micrones de espesor de color rojo y en contenedores para su posterior almacenamiento y disposición final.

- No se usarán solventes inflamables (gasolina, thinner).
- El remanente de PCBs, será emulsionado con agua, jabón y cepillo. Los líquidos serán absorbidos utilizando el procedimiento mencionado y dispuestos en bolsas plásticas de 120 micrones de color rojo, dentro de un contenedor para su posterior almacenamiento y disposición como residuo peligroso.
- Se evitará por cualquier medio que estos productos escurran hacia el mar, ríos, lagos, capa freática, etc., o se pongan en contacto con alimentos, así como su abandono o disposición final enterrándolos.
- Las paredes y equipo contaminados con PCBs serán limpiados con trapos y estopas embebidas en solvente no inflamable y detergente no inflamable.
- De inmediato se dará intervención al departamento de higiene y seguridad de la empresa, a fin de que dé intervención a un especialista en la materia con el objeto de que determine el nivel de contaminación que hay en el lugar.
- En forma inmediata se pondrá en operación el plan de seguridad, limitando la entrada y salida del lugar.

- No se podrá habilitar el lugar para su normal operación hasta que no se haya asegurado, luego de análisis exhaustivos, que la limpieza ha alcanzado el nivel de descontaminación requerido.

3.10. Contaminación en Caliente (derrame con incendio)

Al producirse un derrame con incendio, en un equipo de PCBs o en el recinto donde se halle instalado, se procederá de inmediato a despejar el área, protegerse de los humos de combustión y avisar a los Bomberos y a Protección Civil, indicando expresamente que ha tomado fuego un equipo conteniendo PCB o el recinto donde se encuentra instalado.

Una vez sofocado el incendio se tendrán que tomar de inmediato las siguientes precauciones:

- Cercar el área tomada por el fuego y el área contaminada.
- Será evitado todo contacto con los residuos del incendio.
- De inmediato se pondrá en operación un plan de seguridad, con intervención de especialistas en Seguridad Industrial, conjuntamente con los Bomberos y Protección Civil (zona rural), limitando el área y la entrada y salida del lugar, y la evacuación de las áreas aledañas si fuera necesario.
- La operación de limpieza será llevada a cabo por expertos en descontaminación química, en conjunto con especialistas y autoridades, quienes delimitarán el área y dispondrán de los métodos a aplicar y los materiales que deben ser desechados.

- La operación se basará en el nivel de contaminación, determinado por análisis de residuos.
- No se podrá habilitar el lugar si no se asegura, luego de análisis exhaustivos, que la limpieza ha logrado el nivel de descontaminación requerida.

4. REGULACIONES

Se enumeran algunas medidas, de aplicación generalizada, que pueden contribuir a reducir la exposición de las personas a los PCBs, dioxinas y furanos, así como también a limitar la liberación de esas sustancias al ambiente (Bifenilos-Policlorados, Sin Fecha).

4.1. Reducción de la exposición a PCBs, dioxinas y furanos.

Finalmente, en concordancia con el propósito principal de este trabajo, se enumeran algunas medidas prácticas, de aplicación generalizada, que pueden contribuir a reducir la exposición de las personas a los PCBs, dioxinas y furanos, como así también a limitar la liberación de esas sustancias al ambiente.

Se destaca la particular importancia de esas sugerencias para las mujeres embarazadas o que prevean quedar embarazadas. Queda claro que las listas de sugerencias no son exhaustivas ni se presentan por orden de importancia.

4.1.1. Reducción de la exposición a PCBs

- Disminuir el consumo de pescado y aves de caza, puesto que los PCBs tienden a concentrarse en los tejidos grasos, la carne y la leche.

- Disminuir el consumo de carnes rojas, pollo, cerdo, lácteos, huevos y otros alimentos de origen animal con alto contenido de grasas.
- Intentar consumir carnes magras, lácteos descremados y productos similares con contenido graso reducido.
- Conviene adoptar una dieta balanceada que incluya verduras, frutas y cereales, que podrían contener menos PCBs que la carne, los lácteos y el pescado.
- Al asar, freír u hornear pescados, carnes u otros alimentos, posiblemente contaminados con PCBs, parte de ellos puede convertirse en dioxinas y furanos, aún más tóxicos.
- Los PCBs de los alimentos que se asan o fríen podrían volatilizarse en el aire de la cocina y pasar al interior de la vivienda.
- Evitar o limitar, usando botas o calzado adecuado, el contacto con barros y sedimentos del lecho y las riberas de ríos y arroyos. Los PCBs se concentran en los sedimentos del lecho y son absorbidos rápidamente por la piel.
- Descartar las reactancias de tubos fluorescentes fabricadas antes de 1980. Pueden contener PCBs en los condensadores.
- Desechar los viejos televisores y heladeras fabricados antes de 1980. Pueden dejar escapar pequeñas cantidades de PCBs al aire cuando se calientan durante su funcionamiento.

- Si se consume agua de pozo y se la extrae con una bomba antigua, verificar si la bomba contiene aceite con PCBs.
- Evitar transitar o construir viviendas en viejas zonas industriales, vertederos de residuos o lugares donde hubo transformadores instalados.
- Los PCBs pueden ser absorbidos por ladrillos, hormigón y otros materiales, y volatilizarse lentamente por muchos años.
- Evitar los transformadores. Algunos pueden contener aún líquidos con PCBs.
- Si los transformadores con PCBs se recalientan, incendian o explotan, la descontaminación del área periférica y de la zona vecina hacia donde soplaban el viento (sotavento), debe ser realizada por especialistas.
- No fertilizar huertas o jardines con barro, tierra de resaca o similares, de origen desconocido.
- Lavar bien las verduras y hortalizas, raspar las zanahorias para eliminar la tierra adherida. Pelar las papas, porque los PCBs se concentran en la delgada capa de lípidos bajo la cáscara.
- Mantener la casa limpia de polvo ayuda a disminuir la cantidad de PCBs que vienen con la tierra que pueden traer niños y animales domésticos de patios, jardines o lugares de juego.

4.1.2. Reducción de la exposición a dioxinas y furanos.

- Disminuir la cantidad de pescado, carnes y lácteos que se consume.

- Seguir una dieta balanceada. Las verduras, frutas y cereales podrían contener menos dioxinas y furanos que la carne, los lácteos y el pescado.
- No fumar, así como evitar aspirar humo de tabaco.
- No quemar residuos en el patio, jardín o en la calle, particularmente materiales de construcción aislantes o de revestimiento conteniendo plásticos o preservantes.
- No dejar que los niños jueguen cerca de vertederos, acumulaciones de residuos domésticos o de la construcción, o edificios en construcción.
- Evitar que los niños lleven a la boca manos y juguetes que estuvieron en contacto con la tierra, o coman tierra.
- Reducir la cantidad de leña que se quema en asadores, cocinas y chimeneas.

4.2. Normas y Límites

Las Normas Americanas para PCBs de 1996, indican límites para productos contaminados con PCBs o desechos:

- En desechos sólidos, el límite es 0,05 mg/l de PCBs
- En el agua:
 - De consumo humano: 0,0005 mg/l
 - Para peces de consumo humano: 0,045 ng/l
 - Organismos Acuáticos:
Exposición aguda: 2,0 g/l en agua dulce

10 g/l en agua salada

Exposición crónica: 0,14 g/l en agua dulce

0,03 g/l en agua salada

- Los niveles de PCB deben ser especificados en descargas de agua individuales y drenaje permitidos.
- En comida:
 - 1,5 ppm en la leche
 - 3,0 ppm en aves de consumo (pollos, pavos, etc.)
 - 0,3 ppm en huevos
 - 2,0 ppm en los componentes de alimentos para animales
 - 2,0 ppm para peces y mariscos
 - 0,2 ppm en comida para infantes y lactantes
 - 10 ppm en el material de empaque para comida
- En el lugar de trabajo:
- Para 8 horas diarias de trabajo ó 40 horas a la semana, en el aire se permite:
 - Clorodifenil (42% cloro): 1,0 mg/m³
 - Clorodifenil (54% cloro): 0,5 mg/m³ (Schinitman, 2004)

4.3. Almacenamiento, Manipulación y Transporte

Es durante estas tres actividades cuando suceden los principales accidentes relacionados a los PCBs, como son los derrames y el contacto directo de la sustancia con las personas. Para evitar accidentes se deben considerar medidas de seguridad.

Tanto los almacenes comerciales como los no comerciales deben cumplir con algunos requisitos para el almacenamiento apropiado de los artículos de PCBs. Para el caso de un almacén comercial, éste debe seguir los procedimientos adicionales siguientes: obtener la aprobación de operación, presentar un plan de cierre, demostrar responsabilidad financiera para las facilidades de cierre, que dichas facilidades cumplan con los requisitos de almacenamiento y estimar cantidades máximas de desechos de PCBs manejables (Schinitman, 2004).

4.4. Primeros Auxilios

Medidas de atención primaria en caso de exposición a los PCBs, dioxinas y furanos.

4.4.1. Contacto con la Piel

Lavarse con abundante agua corriente fría y jabón neutro. En caso de grandes áreas contaminadas, bañarse con abundante agua corriente fría y jabón neutro.

No se usarán solventes, detergentes o abrasivos.

Eventualmente se untará la piel afectada con crema emoliente.

4.4.2. Contacto con los Ojos

Lavar con agua corriente en abundancia, y con solución de ácido bórico al 3% o con solución de cloruro de sodio (sal común) al 1,5%.

4.4.3. Inhalación

Retirar a la persona afectada del lugar y hacerle respirar aire fresco. En caso de intoxicación aguda, utilizar una máscara de oxígeno.

4.4.4. Ingestión

Suministrar 3 ml de vaselina medicinal por kg de peso y luego una cucharada de sulfato de sodio en 250 ml de agua.

En todos los casos, luego de practicados los primeros auxilios concurrir al médico.

4.5. Exámenes preocupacionales y periódicos

Los exámenes a realizar determinarán eventuales alteraciones de:

- Hígado
- Aparato respiratorio
- Dermatológica
- Alérgicas
- Enfermedades crónicas de órganos enfermos
- Los exámenes se realizarán anualmente en caso de tareas discontinuas.
- Si las tareas se realizan durante más de seis meses al año, estos exámenes se harán semestralmente.

Los exámenes preocupacionales incluirán :

- Historia clínica con historial laboral, con especial énfasis en la función hepática, evaluación cutánea e historia reproductiva.
- Examen físico con particular atención en la piel y la función hepática, incluyendo determinaciones de SGOT y SGPT, así como triglicéridos y otros índices del metabolismo graso.

- Durante los exámenes preocupacionales o periódicos, los trabajadores a los que se halle una patología que directa o indirectamente pueda ser agravada por la exposición a PCB, serán informados y no podrán ser admitidos al ingreso y serán removidos de esta tarea.
- Las mujeres en edad gestacional o durante el período de lactancia, no podrán realizar tareas en lugares donde se utilice PCB.
- Se llevarán registros médicos de todos los trabajadores expuestos a los PCBs, y los mismos se guardarán durante el período de ocupación más treinta años.
- Todos los trabajadores que en algún momento hayan realizado tareas con PCB o que hayan estado expuestos a PCB o a equipos que lo contengan y aunque en la actualidad no efectúen tareas de este tipo en la empresa, se someterán a los exámenes de salud ya especificados.

El servicio de medicina del trabajo llevará juntamente con el servicio de higiene y seguridad en el trabajo, un registro personal de cada trabajador expuesto, en el que constará:

- a. Tipo de tarea realizada.
- b. Tiempo de exposición y frecuencia.
- c. Fecha de realización de la tarea.
- d. Elementos de protección personal utilizados.

4.5.1. Predisposición

En las personas que presentan las siguientes afecciones, aumenta el riesgo para su salud si realizan tareas con PCBs:

- Inflamación del árbol respiratorio (bronquitis, etc.)
- Enfermedades crónicas de órganos enfermos
- Enfermedades infecciosas
- Eczemas
- Dermatitis alérgica
- Reacciones alérgicas específicas

4.6. Papel de los trabajadores en el control de los PCBs

La elevada peligrosidad y amplia dispersión de los PCBs en numerosas instalaciones industriales y comerciales, implica que tanto los directivos de las empresas como los trabajadores, que son quienes mejor conocen si existen o no residuos con PCBs en su recinto, tienen la responsabilidad de cuantificar estos residuos y de procurar su correcto almacenamiento y gestión.

El riesgo por exposición a estos compuestos, debido a la manipulación directa de equipos, aceites, etc., por derrames, vertidos o por filtraciones por el almacenamiento incorrecto, debería ser razón suficiente para que los trabajadores se informen y denuncien situaciones que sean irregulares con respecto al almacenamiento o al manejo de los PCBs. La responsabilidad de los trabajadores, como ciudadanos, va más allá de asegurar unas

condiciones de trabajo saludables, con el fin de procurar la salud de todos los ciudadanos y la preservación del medio ambiente.

5. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL GLOBAL

5.1. Problemática Ambiental de los PCBs

Los PCBs se comenzaron a sintetizar comercialmente en 1929; no fueron identificados como contaminantes hasta 1966. A partir de esta fecha su producción descendió drásticamente, aunque los PCBs ya se encontraban dispersos por todo el planeta.

El boletín informativo sobre la prevención de la contaminación y la producción limpia "DAPHNIA", No. 4, de agosto de 1996, presenta una síntesis de la problemática ambiental de los PCBs, en Europa, que podría estar sucediendo en cualquier parte del mundo. El reporte indica que algunas de las principales aplicaciones comerciales de los PCBs, son como fluidos dieléctricos (por sus propiedades de estabilidad y aislamiento), plastificantes (en adhesivos, pinturas, plásticos, etc.), sistemas de transferencia de calor (calefacciones), aceites de inmersión microscópica, lubricantes, pesticidas, en el tratamiento de superficies, etc. Son precisamente en equipamiento eléctrico e hidráulico y para el tratamiento de superficies, las aplicaciones que han contribuido mayormente a la utilización masiva y a la dispersión de los PCBs.

Los PCBs se caracterizan por su gran estabilidad en el medio ambiente, su alto potencial de bioacumulación y su resistencia a biodegradarse.

Además, estos compuestos no tienen tendencia a disolverse en agua y tienden a evaporarse con facilidad a partir del medio acuático.

Debido a la demostrada peligrosidad de estos compuestos, tanto para la salud humana como para el medio ambiente, numerosos países (entre los que se encuentra Venezuela), han firmado un acuerdo para la eliminación de PCBs antes del año 2010 (Acuerdo Parcon 92/3). Existe además una propuesta comunitaria con rango de Directiva Europea, en la que se obliga a los estados miembros a eliminar todos los compuestos de PCBs antes del año 2010. Recientemente, los expertos de la Comisión Económica de la ONU para Europa han reconocido la necesidad de alcanzar un acuerdo para reducir los efectos de doce contaminantes persistentes, entre los que se consideran los PCBs.

Los PCBs tienen una baja solubilidad en agua por lo que tienen tendencia a absorberse en partículas y sedimentos. El transporte de los PCBs se reduce principalmente por el movimiento aire-agua y por el movimiento de suelo producido por la erosión o la acción de corrientes y mareas. El transporte atmosférico se considera el principal medio de contaminación de los ecosistemas remotos.

Se ha identificado el ciclo que siguen muchos compuestos clorados, entre los que se incluyen los PCBs, que consiste en su evaporación lenta desde los países templados para ser transportados y condensados en países fríos, e incluso llegando a las regiones polares amenazando las cadenas tróficas del Ártico y del Antártico.

Se estima que del total de PCBs producidos en el planeta, en torno a 1,2 millones de toneladas, el 65% aún se encuentra en equipos eléctricos o almacenado controlado o incontroladamente, un 4% ha sido degradado e incinerado y un 31% se encuentra distribuido en el medio ambiente (principalmente como sedimentos y en aguas marinas).

En los animales, algunos PCBs tienen acción cancerígena, teratógena e inmunodepresiva. Los PCBs son parcialmente metabolizados con formación de óxidos como intermediarios, los cuales son potencialmente cancerígenos. Se ha asociado a los PCBs junto a otras sustancias químicas que perturban las hormonas, con la disfunción reproductiva detectada en poblaciones de aves y mamíferos en la región de los Grandes Lagos de Estados Unidos y Canadá.

El efecto de biomagnificación, es decir, el aumento de la concentración de PCBs a medida que se asciende en la cadena trófica, constituye uno de los mayores riesgos para los seres vivos. Los animales mamíferos marinos, como los delfines o las ballenas, son objetivos claros de biomagnificación de PCBs, puesto que se estima que la mitad de los peces oceánicos contienen niveles detectables de PCBs. El efecto más grave para estas especies es la esterilidad de los machos cuando se superan umbrales de toxicidad críticos (aproximadamente 50 ppm). Este hecho pone en peligro la supervivencia de numerosas especies, incluso en lugares tan remotos como el Ártico, como por ejemplo de los osos polares.

5.2. Dispersión de los PCBs en los Pirineos

Un equipo de investigadores procedentes de la Universidad de Barcelona-España y del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha descubierto que los presuntamente impolutos lagos pirenaicos, contienen concentraciones relativamente elevadas de compuestos orgánicos persistentes y sufren de una progresiva acidificación como consecuencia de la deposición de contaminantes ácidos. El proyecto que están desarrollando, se engloba dentro de un estudio que utiliza lagos europeos remotos como indicadores de contaminación atmosférica.

Los científicos explican los elevados niveles de sustancias organocloradas, como los PCBs y DDT, a la existencia de una nube de contaminación de origen difuso (relacionada con la combustión de combustibles fósiles), situada encima de Europa y que se condensaría en forma de lluvia o nieve especialmente en los lugares más fríos y elevados del continente, como los Alpes y los Pirineos.

Tras haber analizado los sedimentos acumulados en el fondo de los lagos, los niveles de PCBs más elevados hallados corresponden a las capas de los años 70, que coincide con las máximas cotas de utilización de esta sustancia.

Los científicos no consideran que los niveles detectados constituyan un riesgo para la salud humana, pero sí opinan que puede existir un riesgo para la supervivencia de los peces que pueden llegar a dejar de reproducirse o

nacer con malformaciones, además de provocar una alteración del equilibrio del ecosistema (DAPHNIA, 1996, Pag. 8).

5.3. Dispersión de los PCBs en el Mar Báltico

Los resultados de un estudio realizado por el Departamento de Ecología de la Universidad de Lund (Suecia), demuestran que a pesar de la prohibición de los PCBs desde comienzo de los años 70, a través del viento y de los ríos aún se depositan alrededor de 700 kg de estas sustancias en el Mar Báltico cada año. La mayor sorpresa ha sido descubrir que la contribución de Europa de Occidente es tan alta como la de Europa del Este.

Se tardan varias décadas para que se renueve toda la masa de agua en el caso de un mar completamente cerrado, como es el Báltico. Entre tanto, las sustancias tóxicas se acumulan en los sedimentos marinos, en el plancton, en los peces y en las demás especies según ascendemos en la cadena trófica. Existe evidencia de que estos contaminantes han causado enfermedades e irregularidades en focas y nutrias.

Según un informe de 1995, realizado por médicos del Departamento de Medicina Ocupacional en Lund, las mujeres de pescadores, que consumen grandes cantidades de pescado del Báltico con altos niveles de tejidos grasos, están dando a luz bebés con un peso por debajo de la media. Los mismos médicos afirman que estas mujeres tienen un mayor riesgo de contraer cáncer de pecho.

Al analizar los puntos de origen de estos PCBs, se encontraron con niveles elevados en el aire y en precipitaciones en la vecindad de ciertos

focos emisores contaminantes, por ejemplo, en torno a ciudades con mucha industria pesada. Sin embargo, se considera que los elevados niveles de PCBs encontrados en animales en el Báltico, no se puede atribuir únicamente a la contribución del aire, ríos y lluvia, sino que una gran parte provendrá de emisiones pasadas que se están reciclando a través del ecosistema.

Durante muchos años, las concentraciones de PCBs y otras sustancias cloradas persistentes iban en declive, actualmente los niveles se mantienen. Este mismo fenómeno se ha observado en los grandes lagos de Norteamérica y puede justificarse en parte porque emisiones del pasado comienzan a movilizarse (DAPHNIA, 1996, Pág. 8).

5.4. Situación de los PCBs en el Estado Español

Según el Acuerdo Parcon 92/3, firmado por el Estado Español, dentro de la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación Marina, los países firmantes se comprometen a la eliminación de PCBs antes del año 2010. La Unión Europea, además, ha llevado una propuesta de directiva de obligado cumplimiento para la eliminación de todos los compuestos de PCBs antes del año 2010.

A pesar de existir algunos inventarios de las cantidades de transformadores y condensadores con PCBs que existen en el Estado Español, no se conoce bien la dimensión del problema puesto que, en primer lugar, los inventarios que existen no se hacen públicos y, en segundo lugar, las estimaciones que se conocen muestran una gran disparidad en los datos.

Algunas de las estimaciones apuntan a 65.000 TM de transformadores y condensadores, mientras que otras estimaciones rondan las 115.000 TM, lo que indica una escasa fiabilidad de los inventarios. Los transformadores y condensadores constituyen las principales existencias de PCBs en el Estado Español, aunque una fracción significativa se encuentra muy dispersa en pequeñas cantidades, y sobre las que no existe ningún control.

Recientemente, en la Comunidad de Madrid se encontró en una finca abandonada, 149.150 litros de aceite en bidones y una fosa-piscina de 64 metros cuadrados donde se almacenaban -sin ninguna protección- aceites contaminados con PCBs. El resultado de la acción negligente por parte de la empresa y del nulo control de las actividades de gestión de aceites, usados por parte de la administración competente, ha sido la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas del acuífero de Jarama, poniendo en peligro la salud pública y causando perjuicios al ecosistema. Se detectaron en la fosa, niveles de hasta 80 partes por millón de PCBs.

En la actualidad no existe una adecuada respuesta, por parte del Estado Español, para dar solución al problema de los PCBs y cumplir sus compromisos internacionales. Sin embargo, a pesar de no haberse diseñado una estrategia estatal para el tratamiento de estos residuos, se han venido desarrollando algunas iniciativas de carácter privado y mixto (DAPNIA, 1996, pp. 9-10).

5.4.1. Responsabilidad Gubernamental del Estado Español sobre los PCBs

Dada la peligrosidad de estos compuestos y la inexistencia de sistemas de tratamiento y control seguros, que se añade al desconocimiento dominante sobre las cantidades exactas y la localización de todos los PCBs existentes en el Estado Español, resulta de carácter “muy urgente” el desarrollo de las siguientes medidas por parte de la Administración:

1. La realización de un inventario de todas las existencias de PCBs en el Estado Español.
2. El estudio de las alternativas existentes de tratamiento y eliminación de los PCBs, con el fin de escoger la opción o combinación de opciones que implican el menor riesgo para la salud humana y para el medio ambiente.
3. La elaboración de un programa nacional de gestión de los PCBs, en base a los resultados de las dos medidas anteriores.

5.5. Situación de los PCBs en Chile

Ante la evidencia de la toxicidad y persistencia en el ambiente de estos contaminantes, los países industrializados prohibieron la producción y restringieron su uso. En Chile, en 1982, el Gobierno dictó una resolución para ponerle fecha tope al uso de estos fluidos en transformadores. Según la Resolución N° 610 de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), se prohíbe el uso de PCBs en equipos eléctricos, tales como transformadores y condensadores. Asimismo, permite continuar el uso de los

equipos eléctricos que contengan este compuesto y se encuentren en operación, hasta que sea necesario su drenaje, después de lo cual solamente podrán ser llenados con otros elementos que no contengan PCBs. Las reservas de PCBs y los residuos que resulten del proceso de drenaje, deberán ser almacenados en forma tal que se evite la contaminación ambiental, siendo responsabilidad de los usuarios el velar para que ello no ocurra.

Como no existen en el país operadores de residuos peligrosos habilitados para tratar estos residuos, las empresas han procedido a su exportación. Sin embargo, estos compuestos se siguen empleando, aunque sólo se sabe parcialmente donde se encuentran y cual es el número de transformadores que aún contienen PCBs.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), estos transformadores son comúnmente empleados cuando se requieren transformadores resistentes a las llamas, como por ejemplo, dentro de edificios o en plantas nucleares. Existen transformadores a lo largo de las líneas de tensión para bajar el voltaje en los sistemas de distribución y proveer de electricidad a los hogares. La mayoría de los transformadores se encuentra bajo el control de las compañías productoras o distribuidoras de electricidad, pero hay industrias que generan electricidad privadamente y tienen sus propios transformadores, por ejemplo, acerías, redes ferroviarias, bases militares, etc. (PNUMA, 1999).

A pesar de que se supone que los transformadores son sistemas cerrados, donde los PCBs no deberían estar en contacto con el exterior, la realidad es muy diferente; ocurren emisiones de PCBs al medio ambiente durante las reparaciones de los equipos, así como también en los frecuentes derrames y explosiones que los involucran.

Chile, al igual que más de 100 países firmaron en Estocolmo, el 23 de mayo de 2001, un convenio internacional en el que se compromete a eliminar los PCBs junto a una lista de apenas 11 compuestos que han sido priorizados para su eliminación a nivel mundial, por su toxicidad y persistencia (PCBs, Sin fecha).

6. SITUACIÓN DE LOS DESECHOS PELIGROSOS EN VENEZUELA

La información presentada por el Gobierno de Venezuela, en 1997, ante la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, Quinta y Séptima Sesión, sobre la aplicación del Programa 21, indica que “la situación actual en relación a la generación de desechos peligrosos ha sido estimada en unas 600.000 tm/año, de las cuales el 50% se genera en las industrias petroquímicas, petroleras y las industrias básicas del hierro y el aluminio. El 50% restante es generado por el resto del parque industrial, predominando la industria química. De este gran total, más del 10% lo constituyen aceites lubricantes, solventes, pinturas y resinas, los cuales se están recuperando y reciclando o está en proceso de serlo a corto plazo. Además, se efectúa recuperación y aprovechamiento de algunos residuos catódicos,

catalizadores, baterías y otros materiales contabilizados en el total como chatarra, cauchos y plásticos, entre otros.

[...] En relación con otras estimaciones de desechos peligrosos almacenados, se conoce que las empresas básicas del sector aluminio tienen en su conjunto unas 200.000 toneladas y SIDOR una cantidad similar, con una generación conjunta de unas 80.000 tm/año.

Por otra parte, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) tiene actualmente depositados alrededor de 1.600 tambores de 200 litros de capacidad, que contienen restos de plaguicidas. Adicionalmente existen otros dos depósitos en el Instituto de Crédito Agropecuario donde hay almacenados 4.000 tambores y 2.500 tambores respectivamente. Estas tres edificaciones donde se almacenan desechos de plaguicidas son inspeccionadas periódicamente por el MARNR”.

6.1. Generación de PCBs en Venezuela

En Venezuela existe una cantidad desconocida para el público, de PCBs, que está siendo empleada y en riesgo de ser emitida al medio ambiente colocando nuevas amenazas sobre la población.

Como ejemplo de la gravedad de la carencia de rellenos de seguridad se tiene el caso de SIDOR, empresa siderúrgica ubicada en Ciudad Guayana, la cual tiene en un patio de almacenamiento temporal decenas de toneles metálicos que contienen unas mil toneladas de aceite dieléctrico (PCBs), esperando su futura destrucción (Reseña de Venezuela, 2001).

En el año 1996, la Vicepresidencia Corporativa de Ambiente, ciencia y Tecnología de la Corporación Venezolana de Guayana, da cuenta de los volúmenes estimados de PCBs almacenados por las empresas del Grupo CVG, según el inventario elaborado por las empresas. Este inventario presentado en el Anexo 1, da cuenta de las cantidades existentes, cuya suma totaliza un volumen de 2.152 ton de PCBs. Es de hacer notar que en el inventario no se incluyó el estimado de PCBs existentes en la empresa CVG-EDELCA, por lo que suponemos que el inventario pudiera ser mucho mayor.

En el informe presentado en 1997, ante la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, Quinta y Séptima Sesión, sobre la aplicación del Programa 21, con respecto a otras cantidades almacenadas de bifenilos policlorados no se precisa una cifra exacta, el informe indica que para ese entonces, se habrían exportado más de 1.000 toneladas y quedaría aún un remanente estimado en unas 3.000 toneladas, depositadas en su mayoría en el sector petrolero y C.A. de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE). Se habrían realizado diversas acciones para mejorar la situación, tales como las autorizaciones para exportar bifenilos policlorados y materiales peligrosos recuperables, entre ellos flexicoque y catalizadores gastados, la revisión de las condiciones de peligrosidad de ciertos desechos como ripios [desechos de la producción petrolera], para facilitar su disposición si no contienen elementos tóxicos, la instalación de varias empresas para la recuperación de solventes y aceites, lo cual tiende a disminuir la acumulación de desechos en muchas industrias.

En el año 2004, Venezuela ratifica el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, que busca eliminar un grupo de peligrosos desechos tóxicos que al entrar en el ambiente afectan la salud de los seres humanos y destruyen la fauna. Para cumplir con este compromiso internacional, suscrito por 122 países, el MARN está trabajando con el apoyo de la Embajada Británica y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para obtener recursos financieros, técnicos y estratégicos que impulsen, un Plan Nacional para la erradicación de estas sustancias. Como primer paso para avanzar en este plan nacional, y tras dos años de trabajo, se hizo un diagnóstico [actualización de la información presentada en el año 1997, en el Programa 21] y se estaría desarrollando un manual digital sobre los contaminantes conocidos como Bifenilos Policlorados. Ambas herramientas servirían para capacitar a los sectores responsables e interesados en eliminar esta sustancia y para sensibilizar al público y a las autoridades públicas.

El diagnóstico realizado reveló que en el país existe una producción importante de PCBs, que es atribuido a las grandes industrias, en especial a las básicas ubicadas en el estado Bolívar y Carabobo, explicó, Fernando Morales, profesor del Departamento de Procesos y Sistemas de la Universidad Simón Bolívar y miembro de la Unidad de Gestión Ambiental de la misma casa de estudios. Sin embargo, se desconocen los inventarios que puedan existir en las pequeñas y medianas industrias del país.

El manual digital, que está en proceso de última revisión y que sería publicado y distribuido a nivel nacional en diciembre 2004 [a la fecha, abril 2006, aún no está disponible], intenta ofrecerle a las industrias, sector académico, organizaciones interesadas y al público en general, las líneas técnicas de cómo se debe manejar los PCBs y los riesgos a la salud. Según explicó Emilio Chacón, Director de Manejo de Residuos y Desechos del MARN, este manual consta de unos 80 folios que ofrecen con bastante detalle información sobre los PCBs, su situación en Venezuela y enlaces a través de Internet con presentaciones más específicas.

Para la funcionaria de Ambiente y Energía del PNUD, Lila Gil, tanto el desarrollo del diagnóstico sobre los PCBs, como del manual digital, podrá ser usado como proyecto piloto para que el Estado Venezolano y los sectores involucrados avancen en el Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo. Este plan contará además con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), a través de un financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Global (GEF, por sus siglas en inglés). (PNUD, 2004).

CAPÍTULO II - MARCO LEGAL

1. FUNDAMENTOS JURÍDICOS QUE SUSTENTAN LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE ELIMINACIÓN DE PCBS EN VENEZUELA.

1.1. Legislación Internacional.

Dentro de los derechos fundamentales de tercera generación se encuentra el derecho de todo ser humano a un ambiente sano, cuyo contenido material fue reconocido por primera vez en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente celebrada en Estocolmo en 1972, de la siguiente manera:

"El hombre tiene el derecho fundamental a la libertad y a la igualdad, dentro de condiciones de vida satisfactorias, en un ambiente cuya calidad le permita vivir en dignidad y bienestar. Asimismo, tiene el deber fundamental de proteger y de mejorar el ambiente para las generaciones presentes y futuras" (ONU, 1972).

El derecho a un ambiente sano le otorga a todo ser humano la facultad de exigir al Estado que tome todas las actividades necesarias para hacer efectiva la protección, conservación y explotación equilibrada de la diversidad biológica y los recursos naturales del ambiente. En consecuencia, este derecho impone en el Estado el deber de desarrollar su sistema socio-económico nacional, en base a los principios del desarrollo sustentable (J. A. Tirado, *conversación personal*, Diciembre, 2004).

En líneas generales, el desarrollo sustentable significa que el progreso de la humanidad debe integrar armónicamente tres componentes esenciales: el crecimiento económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente, donde se mejoran las condiciones actuales y la calidad de vida de

sus habitantes, sin menoscabo de la conservación de estos recursos para las generaciones por venir, a los fines de satisfacer nuestras necesidades actuales, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias.

Este desarrollo sustentable trae como consecuencia, en primer término, la imposición del deber de protección de los recursos naturales, en cabeza del Estado y de los particulares y que sirve de justificación para establecer limitaciones al ejercicio de determinados derechos; fundamentalmente los de contenido económico, como los de la propiedad y la iniciativa privada y que en general subordina la actividad pública y privada al cumplimiento de ese propósito. En segundo término, el reconocimiento en las leyes del derecho colectivo a gozar de un ambiente sano, que forma parte de los denominados derechos de tercera generación, que superan la noción subjetiva de los derechos y les amplía la perspectiva de relación con su titularidad para otorgársela a toda la comunidad. En tercer lugar, sustenta cualquier protección del medio ambiente en la participación ciudadana.

Sin embargo, la comunidad internacional consciente que el auge del desarrollo industrial en los países del primer mundo a mediados del siglo XX, en cuyos procesos industriales fueron utilizados materiales e instrumentos compuestos de sustancias reactivas que incrementaban la producción de desechos peligrosos que se arrojaron en forma no adecuada al medio ambiente con efectos negativos sobre la calidad del agua y del suelo, promovió la cooperación internacional para el problema del manejo y

eliminación de los desechos peligrosos, con el fin de evitar que el derecho a un ambiente sano en marco al desarrollo sustentable se convirtiera en declaraciones platónicas y románticas sin ningún tipo de efectividad (J. A. Tirado, Diciembre, 2004).

En consecuencia, el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, elaboró en 1989 un convenio sobre el control de movimientos transfronterizos de los desechos y su eliminación llamado Convenio de Basilea (CRCB-CAM, Sin fecha), que entró en vigencia en mayo de 1992, el cual fue suscrito por 114 Estados y los países de la comunidad europea.

Este Convenio de Basilea constituye el primer instrumento mundial que rige los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos por medio del control de movimientos internacionales y la eliminación de los desechos peligrosos, así como también mediante la divulgación de cualquier información relacionada con el manejo ambientalmente racional.

El Convenio de Basilea fue firmado por Venezuela en fecha 22 de marzo de 1990, ratificado en el 13 de diciembre de 1991 y entró en vigencia el 5 de mayo de 1992. En este sentido, el Gobierno como punto focal y autoridad competente ha designado una Misión Permanente ante las Naciones Unidas en Ginebra, Suiza y el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), respectivamente.

Dentro de los objetivos de este Convenio se encuentra:

- Reducir los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y de otros desechos sometidos al Convenio de Basilea, a un mínimo compatible con su manejo ambientalmente racional;
- Tratar y eliminar los desechos peligrosos y otros desechos lo más cerca posible de su fuente de generación, de una manera ambientalmente racional;
- Reducir la producción de desechos peligrosos al mínimo, desde el punto de vista de la cantidad y peligros potenciales;
- Prohibir el transporte de desechos peligrosos hacia países carentes de capacidades jurídicas, administrativas y técnicas, para manejarlos y eliminarlos de manera ambientalmente racional;
- Ayudar a los países en desarrollo y de economías en transición, a manejar de manera ambientalmente racional los desechos que producen.

1.2. Legislación Nacional

La normativa legal vigente en el año 1992, en particular el Decreto No. 2.211 del 23 de abril de 1992, establecía tres categorías de desechos: no-peligrosos (sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sea peligrosa), peligrosos (explosivos, inflamables, oxidantes, venenosos, infecciosos, corrosivos, reactivos o radiactivos) y hospitalarios (todo material o sustancia generada o producida en los establecimientos relacionados con el sector salud humana o animal, cualquiera sea su naturaleza u origen, destinado al desuso o abandono).

Esta normativa sentaba las bases que servirían para crear un marco jurídico orientado a gestionar la reducción de la generación de desechos, favoreciendo las prácticas de reutilización, reciclaje y aprovechamiento de los materiales peligrosos recuperables.

Venezuela, a partir de 1999, se configuró en un Estado social de derecho y justicia con el objetivo de garantizar la eficacia de los derechos fundamentales. Por ello, orientados por las normativas internacionales arriba nombradas sobre la vigencia y protección del derecho a un ambiente sano, le dio rango constitucional al derecho a un ambiente sano y al tratamiento de los desechos tóxicos, en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, en sus artículos 127 (Cap. IX) y 129 (Cap. IX), cuyos contenidos son los siguientes:

Artículo 127. “Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, la genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales, monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono y las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.”

Artículo 129. “Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultural. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la

fabricación y uso de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas.

En los contratos que el Estado celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que involucren los recursos naturales, se considerará incluida aun cuando no estuviera expresa, la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenidas y de restablecer el ambiente a su estado natural si éste resultara alterado, en los términos que fije la ley”.

2. NORMATIVA LEGAL DE AMBIENTE

Como consecuencia de las disposiciones constitucionales establecidas en los artículos constitucionales anteriormente señalados y el Convenio de Basilea firmado por Venezuela, la Asamblea Nacional promulga en Gaceta Oficial N° 5.554 Extraordinaria de fecha 13 de noviembre de 2001, la “*Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos*” [LSMDP], de la República Bolivariana de Venezuela, con la finalidad de regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre, con el fin de proteger la salud y el ambiente (LSMDP. Título I, Art. 1, 2001).

En orden de garantizar la efectividad de las normas que regulan el tránsito de los desechos tóxicos en nuestro país, el presente texto normativo prescribe una serie de obligaciones a toda persona natural o jurídica, pública o privada que posea, genere, use o maneje sustancias, materiales o desechos peligrosos, incluso aquellas sustancias, materiales o desechos que

pudieran ser contaminantes persistentes o que pudieran ser capaces de agotar la capa de ozono.

Estas obligaciones son las siguientes:

- a) Utilizar sustancias y materiales peligrosos de manera segura a fin de impedir daños a la salud y al ambiente.
- b) Desarrollar y utilizar tecnologías limpias o ambientalmente seguras, aplicadas bajo principios de prevención que minimicen la generación de desechos; así como establecer sistemas de administración y manejo que permitan reducir al mínimo los riesgos a la salud y al ambiente.
- c) Aprovechar los materiales peligrosos recuperables permitiendo su venta a terceros, previa aprobación por parte del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, por medio de reutilización, reciclaje, recuperación o cualquier otra acción dirigida a obtener materiales reutilizables o energía.
- d) Disponer de planes de emergencia y de contingencia, diseñados e implementados de conformidad con la reglamentación técnica sobre la materia.
- e) Disponer de los equipos, herramientas y demás medios adecuados para la prevención y el control de accidentes producidos por sustancias, materiales o desechos peligrosos, así como para la reparación de los daños causados por tales accidentes.
- f) Constituir garantías suficientes y asumir los costos de cualquier daño que se pueda producir como consecuencia del manejo de las

sustancias, los materiales o desechos peligrosos, incluyendo los derivados de los diagnósticos, que permitan cuantificar los daños causados por el accidente.

- g) Permitir el acceso a los sitios o instalaciones, y prestar facilidades y equipos de seguridad, a los organismos competentes para las labores de inspección y control.

En caso de incumplimiento de estas normas, los sujetos señalados en el artículo anterior serán penados con multas comprendidas entre cincuenta unidades tributarias (50 U.T.) a cien unidades tributarias (100 U.T.) y arresto de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica, proporcional a la sanción. Igualmente, se le concederá un plazo de diez (10) días hábiles para que se inscriba en el registro respectivo. Si no lo hiciere en el lapso aquí establecido, se procederá a la clausura de las instalaciones ambiente (LSMDP. Título I, Art. 13, 2001)

En este mismo sentido, además de regular la actividad de los particulares en el tráfico comercial de los desechos tóxicos, la mencionada ley correlativamente le impone conductas al gobierno nacional para materializar las reglas señaladas en el texto constitucional y legal. En este sentido, le obliga a la administración pública ofrecer todo el apoyo a los particulares en la realización de las acciones que conlleven a la recuperación, manejo y correcta deposición de los materiales peligrosos.

Así lo señala el artículo 14, de la Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos:

Artículo 14. “El Estado apoyará e incentivará las acciones de las personas naturales o jurídicas que conlleven a la recuperación de los materiales peligrosos recuperables y la adecuada disposición final de los desechos peligrosos, así como el desarrollo de aquellas tecnologías que conduzcan a la optimización de los procesos y a la minimización de la generación de desechos peligrosos, mediante incentivos económicos o fiscales, siempre que se mejoren los parámetros de calidad ambiental establecidos en la reglamentación técnica, a fin de minimizar los riesgos a la salud y al ambiente. La recuperación y disposición final de los desechos peligrosos son una responsabilidad compartida del Estado y de los particulares.”

3. CONDICIONES DE TRABAJO Y MEDIO AMBIENTE EN VENEZUELA

El Informe Anual 1998-1999 del Programa Venezolano de Educación-Acción en Derechos Humanos (PROVEA), indica que persisten las denuncias sobre la violación por parte de los patronos públicos y privados de las normas sobre prevención de accidentes laborales y condiciones adecuadas de trabajo. Por otra parte, continúa existiendo un vacío en cuanto al registro confiable de accidentes y enfermedades ocupacionales que ocurren en el país. La Constitución de 1999, elevó a rango constitucional la obligación de los empleadores de garantizar adecuadas condiciones de trabajo y se le encargó a un grupo variado de profesionales la tarea - postergada durante años- de redactar el reglamento a la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT).

La actual LOPCYMAT entró en vigencia el 26 de julio de 2005, según Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.236. El Reglamento de Condiciones de Higiene y Seguridad que aun permanece vigente, corresponde al Decreto 1.290, del 18 de diciembre de 1968.

El periódico "Nueva Prensa" de Puerto Ordaz ((1998, Noviembre 20) citado en PROVEA, 2000) afirma, que son conocidos algunos casos resaltantes de incumplimiento de las normas que en esta materia protegen a los trabajadores. Los trabajadores de la empresa Venalum denunciaron que *"hoy día el sector aluminio atraviesa por grandes niveles de contaminación y para mejor muestra es la gran cantidad de enfermos ocupacionales que existen..."*

El periódico "Correo del Caroní" publica que, la subcomisión de salud del Congreso y representantes del IVSS en la región de Guayana, pudieron constatar las peligrosas condiciones ambientales que ofrecen las instalaciones de la planta de Venalum ((1999, Mayo 22, Pág. A-3) citado en PROVEA, 2000).

Por su parte, los trabajadores de Sidor denunciaron que la empresa no ha designado a quienes la representen en la Comisión Médica del IVSS que estudia el caso de los enfermos ocupacionales afectados por contaminación de Apirolio ((1999, Marzo 24, *Correo del Caroní*, Pag. A-4) citado en PROVEA, 2000).

Ante tal situación, es importante aplicar de forma inmediata, los lineamientos establecidos en el Convenio de Estocolmo. Es por ello imprescindible que, mientras se cumplen los plazos de las resoluciones vigentes y los compromisos internacionales de eliminación de PCBs, las empresas que los emplean, actúen con responsabilidad y no sólo los manejen con los máximos estándares de seguridad, sino que los reemplacen

de inmediato. Existen significativas evidencias de su importancia ambiental en términos de contaminación en nuestro país, por lo que no hay tiempo que perder. El riesgo de seguir manteniendo en uso transformadores con PCBs, debe evitarse. El inventario de las existencias actuales de PCBs debería ser absolutamente público y debería realizarse además una evaluación del grado de exposición de la población en general, a través de programas de monitoreo de PCBs en tejidos y alimentos grasos.

Como se evidencia, los programas existen y están en vías de implementarse, más se requiere que estas acciones se concreten de manera expedita.

4. CONCLUSIONES LEGALES

En fuerza de las consideraciones constitucionales, legales e internacionales, existe una obligación del Estado Venezolano a través de sus organismos competentes, en estimular y financiar a través de mecanismos económicos y fiscales las inversiones del capital público y/o privado para la instalación de plantas descontaminantes, de eliminación de contaminantes persistentes en nuestro país y al mismo tiempo en promover entre sus entes y empresas la cultura ambientalista necesaria para materializar los proyectos tendientes a mantener un ambiente sano a través de los diferentes mecanismos de inversión con que cuenta el Estado (fondos de financiamiento nacionales o internacionales, endeudamiento interno o externo, multilateral o bilateral).

CAPÍTULO III - DESCRIPCIÓN DE PLANTA MODELO

En todo el mundo la destrucción de los Bifenilos Policlorados (PCBs) y los residuales contenidos en piezas metálicas, se lleva a cabo por incineración oxidativa (termo destrucción), utilizando aire como comburente / oxidante. El aire tiene en su composición 21% de oxígeno.

Los avances tecnológicos en materia de incineración de contaminantes persistentes orgánicos, ha determinado que la sustitución del aire por oxígeno puro, producen mejores resultados, tal como se explicará.

Para este estudio, se ha tomado como referencia el proceso utilizado por la empresa IDM Ingeniería de Montajes S.R.L (IDM S.A.), en su planta instalada en San Lorenzo, Provincia de Santa Fe-Argentina (ver Anexo 2. Fotografía aérea de la Planta Modelo). Esta empresa se tomará como planta modelo.

La información presentada fue enviada vía correo electrónico, por el representante de la empresa IDM S.A, Sr. Miguel Angel Masuelli.

1. PROCESO

En esta planta se utiliza desde 1997, la termo destrucción en Atmósfera de Oxígeno Puro en reemplazo del aire, de contaminantes orgánicos persistentes, especialmente bifenilos policlorados (PCBs) y piezas metálicas con PCBs residual.

Las operaciones son automatizadas y controladas por Controladores Lógicos Programables (PLC, por sus siglas en inglés). Los PLCs son

computadoras industriales programadas para monitorear y controlar de forma continua, la operación de la planta en todos sus niveles, incluyendo los procesos de contingencia.

Bajo este modelo se planteará el esquema de la planta de termo destrucción sugerida, para ser instalada en el estado Bolívar.

2. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

El proceso se basa en retirar los materiales a destruir, ya sean líquidos contenidos en sus recipientes, como transformadores o piezas contaminadas con el producto, en vehículos propios con personal entrenado y capacitado, para traslado a la planta de tratamiento. El servicio se realiza bajo estrictas medidas de seguridad.

El servicio a efectuar en el mercado venezolano se ejecutaría bajo las más estrictas normas, tanto nacionales como internacionales, para la conservación del medio ambiente.

Ingresados los materiales a la planta, se procede a la incineración.

La eficiencia de incineración de los PCBs no debe ser inferior a 99,99%.

El diagrama de flujo del proceso se presenta en la siguiente figura.

DIAGRAMA DE FLUJO

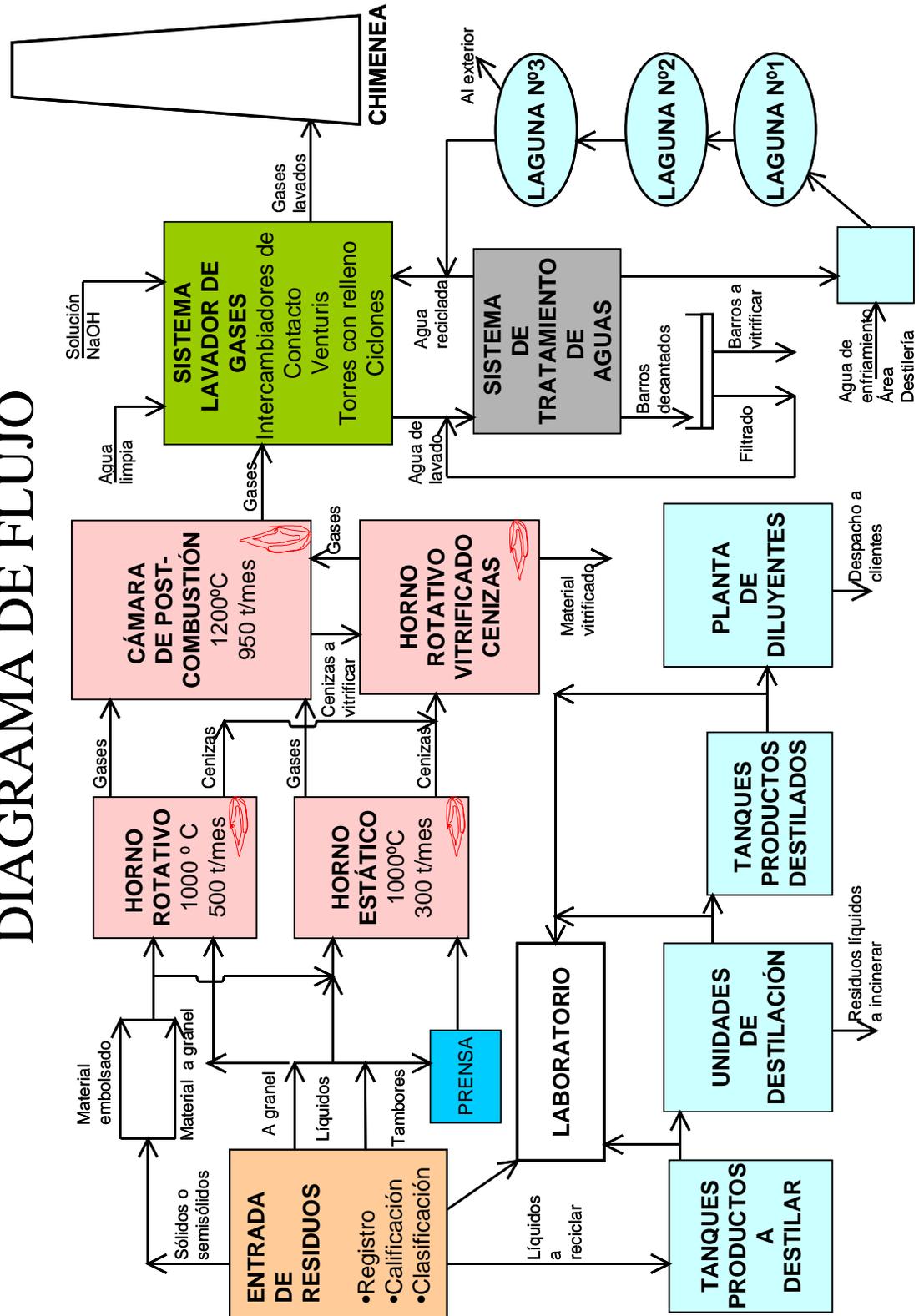


Figura N°1. Diagrama de Flujo

3. BENEFICIOS DEL TRATAMIENTO DE INCINERACIÓN

El reemplazo del uso del aire como componente comburente / oxidante, en los hornos incineradores y cámara de post combustión por oxígeno puro, generó las siguientes mejoras:

- Atmósfera altamente oxidante.
- Disminución del consumo de combustible.
- Disminución de los gases emitidos al eliminar el nitrógeno del aire y por ende, la disminución másica de los Nox (óxido nitroso).
- Temperatura de llama del orden de los 2500° C, logrando una muy alta eficiencia en el calentamiento y temperatura dentro de los hornos.
- Mayor productividad.

El uso de PLCs permite el monitoreo continuo y el control de efluentes líquidos y gaseosos, que fuera de control pudieran ser tanto o más peligrosos que los contaminantes que se desean eliminar.

El monitoreo continuo controla:

- La emisión de los gases CO (monóxido de carbono), Nox (óxido de nitrógeno), HCl (ácido clorhídrico), Cl (cloro) y SO₂ (dióxido de azufre), gas que en mínimas exposiciones resulta mortal y que se produce al quemar el H₂S (ácido sulfhídrico).
- Material particulado en ppm o mg/m³
- El pH de los líquidos del tren de lavado de humos.

El control automático con PLC de la operación de la planta está preparado para detenerla, si algunos de los parámetros están fuera de las normas preestablecidas.

4. EQUIPAMIENTO DE PLANTA

4.1. Equipos para Proceso

Comprende el equipamiento de hornos, la planta de tratamiento de humos, el equipo automatizado para oxígeno, chimeneas, planta de destilación.

Las especificaciones técnicas son las siguientes:

- Un horno estático, de solera y frente móvil para incinerar líquidos inyectados y recipientes metálicos, contenedores de líquidos peligrosos, incluidos los PCBs. Temperatura de trabajo = 1200° C y capacidad productiva de 300.000 kg/mes. Alimentación de carga por lotes “batch”. El sistema de combustión está constituido por tres oxi-combustores automáticos. Los líquidos a tratar se inyectan a presión por orificios de la misma boquilla del quemador.
- Un horno rotativo para la termo destrucción de líquidos y sólidos. Temperatura de trabajo = 1200° C y capacidad productiva de 500.000 kg/lit mes.
- Un horno rotativo para vitrificado de cenizas y recuperación de metales. Temperatura de trabajo máxima de 1600° C y capacidad productiva de 8.000 kg por batch.

- Cámara de postcombustión donde se integran los hornos mencionados, en la cual la temperatura de trabajo es de 1200° C y el tiempo de residencia de los gases de combustión es de 2,5 segundos.
- Dos torres de destilación construidas en acero inoxidable, una de vacío y otra de presión normal. La capacidad productiva es 200.000 lt/mes de solventes recuperados
- Diez tanques de almacenamiento de 40.000 lt de capacidad.
- Cinco tanques de 20.000 lt de capacidad.
- Tanque de almacenamiento de oxígeno puro de 50 toneladas, para ser usado en la oxi-combustión.
- Tren de lavado de humos, junto con los oxi-combustores, permiten una amplia gama de sustancias a tratar con emisión de fluidos sin contaminación. Está compuesto por:
 - Dos intercambiadores de contacto (quenches) de acero inoxidable.
 - Dos eyectores con agua a presión e inyección de solución de hidróxido de sodio, para mantener el pH entre 5.0 y 10.0, construido en acero inoxidable AISI 316 L.
 - Exhaustor en acero inoxidable AISI 304.
 - Torre lavadora con relleno de acero inoxidable AISI 304.
 - Dos ciclones vía húmeda para separación de partículas finas.
- Chimenea de 50 m.

4.1.1. Memoria descriptiva del horno

A continuación se presentan las características de diseño y operación del horno incinerador vendido a BAYER S.A., de Belford Roxo, Brasil.

Equipo construido con paredes rectas, de base rectangular y techo plano.

El piso y frente forman un conjunto único deslizante sobre rieles, accionado por un sistema hidráulico que realiza los movimientos del carro para la apertura y cierre del horno estático.

La pared vertical del carro posee un sistema de cierre hidráulico unido al cuerpo del horno, asegurando el perfecto cierre de la unidad. La operación de cierre del horno a través de su sistema hidráulico tendrá una duración de aproximadamente 5 a 7 segundos.

El calentamiento / incineración se hace a través de los oxicom bustores automáticos que distribuyen internamente el calor uniformemente.

La presión interna del horno es del orden de -0.4 mbar una vez interconectado a la CPC, siendo la presión de operación de la misma de -0.5 mbar.

El ciclo de calentamiento se comienza después de la apertura de la válvula accionada hidráulicamente, ubicada en el conducto de gases que conecta el horno con la cámara de post combustión (CPC), apertura de las válvulas de combustible y oxígeno y encendido de los oxicom bustores.

En el conducto que vincula el horno con la CPC, se dispone de una válvula de accionamiento hidráulico, tipo mariposa para la conexión / desconexión del sistema a la CPC en las operaciones de incineración,

enfriamiento, carga y descarga y de una junta de dilatación, para compensar los esfuerzos provocados por la dilatación del conjunto sometido a altas temperaturas.

El horno y la cámara de post combustión (CPC) están protegidos por una válvula de seguridad contra explosión del tipo “contrapeso”, ubicada en el techo del horno.

En el techo al lado de la válvula de seguridad, hay una válvula de accionamiento hidráulico tipo mariposa que se abre cuando la válvula del conducto de humos que vincula el horno con la CPC está cerrada y cierra cuando la anterior está abierta.

Esta válvula colocada en el techo, permite la circulación del aire de enfriamiento después del ciclo de incineración.

En el extremo opuesto a los oxicom bustores, va colocado el ventilador para la admisión y emisión del aire de enfriamiento.

El comando de los oxicom bustores se ejecuta por medio de un PLC (Controlador Lógico Programable), basado en la temperatura de salida de los gases del horno por el conducto de humos y cuyo objetivo es mantener la temperatura entre 800° – 1000° C durante la incineración.

Los oxicom bustores poseen visores para posibilitar la observación de las llamas durante este ciclo (calentamiento / incineración), con una duración de 60 minutos para calentamiento y 180 minutos para la incineración, con una temperatura media entre 800° C y 1000° C. Durante los 180 minutos de incineración podrán ser inyectados los PCBs líquidos.

Las piezas metálicas a ser tratadas se ubican sobre dos (2) paletas construidas en acero inoxidable refractario.

4.1.2. Materiales Constructivos para los hornos

- Perfiles estructurales y chapas de acero al carbono St 34.11 (SAE 1010)
- Techo y piso revestidos con material refractario.
- Paredes laterales revestidas con ladrillos refractarios.
- Cubierta exterior con chapa de acero al carbono St 34.11.
- Columnas y vigas de acero al carbono.

4.2. Equipos generales

Equipos necesarios para atender los servicios de apoyo a la planta termo destructora. Se describen los equipos más importantes.

4.2.1. Laboratorio de Control de Calidad

Los equipos del laboratorio son:

- Cromatógrafo fase gaseosa (GC) HEWLETT PACKARD 6890 con inyector automático e inyección de gases, provisto de dos (2) columnas capilares, una conectada al detector FID y otra al Espectrómetro de Masas (MSD) Hewlett Packard 5973 A.
- El sistema opera a través de la estación química computarizada y posee una biblioteca de 240.000 compuestos químicos.
- Analizador de agua en solventes Karl-Fischer, Moisture Ditrator MKC 500 marca KEM, con precisión 0,0001 mgr.

- Espectrofotómetro marca Hach, para determinación de metales y DQO.
- Equipamiento general: balanza analítica, medidor de pH, etc.

4.2.2. Instrumental Analítico de Campo

- Dos analizadores de gases Testo 350, equipados con unidad secadora de gases e impresora de resultados.
- Analizador de aguas Horiba U10, Medidor de pH.
- Bomba Escort, modelo Elf, marca MSA, con accesorios para medir particulado en suspensión (PM 10).
- Explosímetro, marca MSA.

4.2.3. Planta de Tratamiento de Efluentes Líquidos

- Tres tanques decantadores en acero al carbono.
- Pileta filtrante de barros (cenizas livianas).
- Dos lagunas con una capacidad conjunta de 4.000.000 lts, utilizadas como primera barrera (para retención de livianos ante situación de emergencia), conectadas a través de sello tipo API a una laguna ecualizadora con sistema de enfriamiento y oxigenación de 5.000.000 lts.

5. TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS Y GASEOSOS

Un punto sumamente importante del servicio es el tratamiento de los desechos o efluentes líquidos y gaseosos, derivados del proceso de incineración.

El tratamiento no adecuado de estos elementos acarrearía problemas similares o más graves, que los que se quieren eliminar, por lo cual es necesario prestarles la debida atención.

5.1. Sistema de Agua de Procesos

En caso que la empresa no tenga acceso a una fuente superficial de provisión de agua, necesaria para el funcionamiento de las plantas, se tomaría de capas freáticas a 30-35 mts de profundidad.

- **Área Destilería**

Este sector se provee de agua de enfriamiento (intercambiadores) y para generación de vapor, a través de dos (2) bombas de pozo que suministran 50 m³/h.

- **Área de incineración, vitrificación y recuperación de metales**
(combustión utilizando oxígeno puro)

De la misma forma que detallamos en el ítem anterior para el lavado de gases, se utilizan dos (2) bombas que suministran 25 m³/h.

El total de agua involucrada en las dos áreas es de 75 m³/h.

5.2 Sistema Colector de agua utilizada

- **Área Destilería**

Es agua de enfriamiento que pasa por dos (2) cámaras con tabique, que actúan como barrera en el caso que hubiera alguna pérdida de solvente.

Dichas cámaras son utilizadas como toma muestras donde se chequea por

cualquier probable contaminación, los parámetros: pH, color, olor, hidrocarburos.

El agua de enfriamiento se vuelca a través de canaleta de H^oA^o a cielo abierto a las lagunas N^o 1 y 2 de 4000 m³ de capacidad conjunta, que actúan como barrera contenedora de livianos en caso de emergencias. De allí pasa a la laguna N^o 3 de 5000 m³, que actúa como ecualizadora.

- Área de incineración, vitrificación y recuperación de metales (combustión utilizando oxígeno puro).

El agua involucrada en el lavado de los gases de combustión posee una estructura en lazo casi totalmente cerrado por: decantación, enfriamiento, filtración, reposición y eliminación del excedente que pasamos a detallar:

El arranque de la planta se efectúa con las dos (2) bombas de pozo (25 m³/h), enfriando los gases que salen de la cámara de post combustión en un sistema, compuesto por los equipos que componen el tren de lavado de humos y que detalláramos anteriormente.

Las aguas de lavado son dosificadas con poli electrolito coagulante y bombeadas al sistema decantador, compuesto por tres tanques verticales con una capacidad conjunta de 130 m³ y conectados en serie, desde donde por la parte superior se envía al sistema de lagunas.

Desde la laguna N^o 3 el agua es reciclada al sistema lavador de humos. Los barros decantados (cenizas finas) son filtrados y posteriormente vitrificados.

Aproximadamente un 20% del agua del circuito de área de oxidación por combustión, es vertido al exterior desde la laguna N° 3, para evitar incrustaciones por elevación de la concentración de sales de calcio (Ca) y magnesio (Mg), contenidas en el agua de pozo.

El agua que ingresa al sistema de piletas tiene un tiempo de residencia de 100 a 120 horas. (Cabe destacar que en la zona del lago de la planta en Argentina que hemos tomado como modelo para generar nuestro proyecto se ha formado un pequeño ecosistema, dado que la siembra de especies pequeñas obtenidas del Río Paraná, se han multiplicado satisfactoriamente y por tal motivo, aparecieron especies de aves como martín pescador, pato bigüa, pato criollo, etc., que tienen su hábitat natural en las islas del Paraná y que aprovechan sus excursiones para alimentarse con los peces del lago).

Las aguas vertidas al arroyo son monitoreadas con un equipo analizador de agua Horiba U10 que mide la temperatura, el pH, conductividad, salinidad, turbidez y oxígeno disuelto.

Según los comentarios emitidos por la empresa IDM SA (modelo de este proyecto), los vertederos son monitoreados por la subsecretaría del Medio Ambiente y Ecología de la Provincia de Santa Fe, Argentina, Área Control de Vertimiento de Líquidos Residuales (antes DIPOS), quienes ejercen poder de policía sobre eliminaciones a cursos de agua, no habiendo recibido hasta la fecha ningún tipo de reclamo.

5.3. Control de emisiones gaseosas

Los gases provenientes de la cámara de post combustión, que debido al uso de oxígeno puro se ven reducidos notoriamente, tienen como particularidad la disminución másica del NOx debido a la baja presencia de nitrógeno en la combustión.

Después de pasar por el sistema de enfriamiento - lavado - neutralización, son monitoreados con dos analizadores de gases modelo Testo 350 (equipos de origen alemán, contruidos bajo normas ISO 9001), con los cuales y en uso periódico, permiten el análisis de los gases emitidos en forma continua durante las 24 horas del día.

Estos instrumentos son calibrados trimestralmente en nuestros laboratorios con gases patrones certificados.

Los parámetros que se monitorean son los siguientes:

- Temperatura ambiente.
- Temperatura de humos.
- Oxígeno en % de volumen.
- Dióxido de carbono en % de volumen.
- Monóxido de carbono en ppm.
- Óxidos de nitrógeno en ppm.
- Dióxido de azufre en ppm.

6. CONSIDERACIONES OPERATIVAS Y MONITOREOS DURANTE EL PROCESO

- Temperatura horno 900° C.
- Temperatura cámara de post combustión (CPC) 1200° C.
- Tiempo mínimo de residencia de los gases: 2 segundos.
- Enfriamiento de los gases a la salida de la CPC para bajar a 100° C en el primer enfriador (quenck). Esta condición evita la recombinación para formar dioxinas, que ocurre en el rango de 400° – 450° C.
- Oxígeno libre mínimo en la emisión 4 % en volumen.
- Monóxido de carbono máximo: 50 ppm.
- Material particulado máximo: 10 mg/m³.
- El pH de los gases húmedos que se emiten, no debe ser inferior a 4.0.
- El ácido clorhídrico y cloro gaseoso (secos) no deben superar los 10 mg/m³

El sistema de monitoreo debe estar equipado para medir en forma continua en las emisiones, los siguientes parámetros: temperatura de gases; % O₂ en vol; % de CO₂ en volumen y los contaminantes CO; NO_x; SO₂; ClH; Cl₂ y material particulado en mg/m³ o ppm.

Además se deben monitorear PCBs residuales en cenizas.

La eficiencia en la remoción del contaminante (PCBs) no debe ser inferior a 99.99%.

La instalación propuesta es apta para la incineración de piezas metálicas contaminadas con PCBs y de PCBs líquidos, en régimen discontinuo. Capacidad operativa estimada total: 300 Tn/mes.

Estos valores podrán ser modificados en función de la legislación venezolana.

7. MODELO DE PLANTA PROPUESTA PARA VENEZUELA

La planta propuesta en Venezuela para la destrucción por incineración en atmósfera de oxígeno puro, de Contaminantes Orgánicos Persistentes especialmente PCBs líquidos y de piezas metálicas conteniendo residuos de PCBs en más de 50 ppm, es similar a esta planta modelo, ubicada en Argentina, San Lorenzo – Provincia de Santa Fe.

La instalación contaría con el soporte tecnológico de la empresa IDM S.A.

CAPITULO IV - EL PROYECTO

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La creación de una nueva empresa debe estar orientada a la solución de alguna necesidad concreta y su concepción debe obedecer a un análisis apropiado de los distintos factores que en ella confluyen, como tecnología, mercado, personal, localización, materias primas, ambiente etc., considerando su efecto en la economía como favorable.

En el caso del presente proyecto, se enumeran algunas razones que lo justifican, entre ellas:

- En el informe presentado ante las Naciones Unidas, en 1997, el Gobierno de Venezuela admitió que se genera un estimado de 600.000 tm/año de desechos peligrosos, provenientes de las industrias petroquímicas, petroleras, de las empresas del aluminio y de la empresa siderúrgica.
- En relación con otras estimaciones de desechos peligrosos almacenados, se conoce que las empresas básicas del sector aluminio tienen en su conjunto unas 200.000 toneladas y SIDOR una cantidad similar, con una generación conjunta de 80.000 tm/año.
- Para la eliminación de PCBs, se han otorgado autorizaciones para exportar bifenilos policlorados y materiales peligrosos recuperables, sin embargo dado que la generación es mucho mayor que la eliminación, el

problema continúa latente. La creciente amenaza que representan los PCBs y otras sustancias tóxicas contaminantes, no ha sido resuelta y continúan acumulándose en patios de almacenamiento temporal decenas de toneles metálicos, que contienen PCBs.

- Tomando en cuenta que a medida que transcurre el tiempo se agrava la amenaza, se justifica desde el punto de vista económico y social, iniciar la instalación de plantas de eliminación de PCBs y otras sustancias tóxicas contaminantes.
- Basados en el último diagnóstico, existe aproximadamente una producción de 3.000 toneladas de PCBs, en el estado Bolívar y Carabobo, sin contabilizar a la pequeña y mediana empresa. Esta cantidad ocuparía el 33% de procesamiento de la planta de termo destrucción; el resto de la capacidad se dedicaría a eliminar paulatinamente los inventarios existentes de PCBs, cuya verdadera magnitud se mantiene en reserva.
- La iniciativa de instalar una planta de termo destrucción en el estado Bolívar, ejercería un efecto multiplicador, para la instalación de nuevas plantas de procesamiento de desechos peligrosos, lo cual aunado con políticas tendientes a reducir la generación y utilización de estos compuestos, permitiría a largo plazo, establecer un panorama libre de desechos peligrosos.

2. BENEFICIOS

Los beneficios de la instalación de la planta de incineración en Venezuela son los siguientes:

- Sustitución de envíos al exterior de las sustancias contaminadas a fin de ser procesadas y termo-destruidas por empresas especializadas, evitando de esta manera riesgos en la transportación. Esta sustitución fomenta el desarrollo nacional, agregando valor a la actividad industrial al alinearse con objetivos conservacionistas y generando nuevos puestos especializados de trabajo.
- La implementación del proyecto de termo destrucción en Venezuela, nos pone a la vanguardia del desarrollo ambiental de Latinoamérica, compartiendo espacio con Brasil y Argentina, únicos países en manejar estas tecnologías y que no satisfacen la demanda existente. La ejecución de este proyecto puede contribuir sustancialmente a evitar la salida de divisas del país.
- Posibilidad de transportar sustancias contaminadas para su termo-destrucción, desde los países del área del Caribe y de la Comunidad Andina de Naciones, lo que significará una importante captación de divisas para el país.
- En el mercado interno, podrá servir a la industria petrolera, petroquímica, farmacéutica, de alimentos, de pinturas, minera, y contribuir a un sin fin de procesos de descontaminación ambiental. Aun

más, en la región Guayana, garantizaría la eliminación de los PCBs de las industrias básicas de la CVG, (quienes poseen incontables inventarios) en los plazos estipulados en los acuerdos internacionales.

- Una nueva empresa genera beneficios hacia otros sectores, que se ven favorecidos por los requerimientos de servicios vitales como: transporte, electricidad, gas, mantenimiento general, aprovisionamiento de materiales secundarios, implementos, herramientas, efectos de oficina, etc.
- En cuanto a su incidencia regional una de las ventajas es el beneficio que trae a la zona en que se instala, por su repercusión en el empleo y la generación de servicios, que se traducen en desarrollo ambiental y mejoras en la calidad de vida de sus habitantes.
- Otra ventaja adicional de este tipo de proyecto es el impacto social y ambiental que significa la termo-destrucción de desechos contaminados persistentes en la región, reforzando de esa manera el criterio conservacionista y proteccionista del ambiente, a la par de los países más desarrollados ambientalmente y respetuosos del medio ambiente, cumpliendo de esta manera, con todo un legado de normas internacionales y nacionales dispuestas en esta materia.

3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Durante el desarrollo de este estudio se hizo notoria la desinformación de algunos entes de índole técnica, económica y de control dentro del país,

que son importantes tomar en cuenta para la puesta en práctica de este estudio. Entre estas restricciones vale la pena señalar las siguientes:

Las fuentes de información sobre los inventarios y existencias probadas de sustancias tóxicas, especialmente los PCBs, presentes en los diferentes depósitos industriales y comerciales del área, no están lo suficientemente sincerados y algunos suministrados por organismos gubernamentales no son de data reciente.

Las técnicas disponibles de termo-destrucción de estos contaminantes están en poder de pocas firmas y por lo tanto los procesos expuestos no pueden contrastarse con una técnica análoga. Se recomienda establecer acuerdos comerciales con varios suministradores de la tecnología, con el fin de hacer las comparaciones y análisis pertinentes.

CAPÍTULO V - ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

El objetivo del Estudio Económico-Financiero es ordenar y sistematizar la información derivada de la formulación del proyecto, de forma tal que permita la evaluación de los resultados.

El Estudio Económico-Financiero presenta los costos asociados a cada elemento, cuantificados con base a una investigación meticulosa. Se recurrió a la **consulta de precios internacionales** para valorar diferentes componentes, particularmente para los equipos que conforman la planta termo-estructora. En algunos casos, fue necesario estimar valores dentro de parámetros utilizados para este tipo de proyectos o utilizando referencias de otras plantas instaladas en el mundo, como es el caso de la planta instalada en Santa Fe, Argentina. La confiabilidad de las estructuras de costos se fundamenta en la correcta estimación de los valores.

La siguiente figura presenta el esquema utilizado en la preparación del Estudio Económico-Financiero del proyecto.

FIGURA No. 2. Esquema Estudio Económico-Financiero



En la Figura No. 2 puede observarse que la información inicial sobre la cual se sustenta el Estudio Económico proviene de la Fuerza Laboral, las Propiedades, Planta y Equipos a utilizar, la Depreciación de los Activos Fijos y la Amortización sobre otros activos, el estimado del Capital de Trabajo, la Inversión del Proyecto, formas de financiamiento y el esquema de Amortización del Crédito correspondiente. Con base a estos elementos se preparan las Estructuras de Costos, Estado de Resultados Proyectados y Flujo de Caja.

El análisis de los resultados reflejados en los reportes o Estados Financieros proyectados generan indicadores económicos, tales como Tasa Interna de Retorno, Punto de Equilibrio e Índice de Recuperación de la Inversión, que permiten visualizar la rentabilidad del proyecto.

El Estudio Económico Financiero se enfocará con mayor énfasis para el primer y segundo año de operación de la planta, por ser los más significativos y sobre los que mayor control se deberá tener desde el momento en que se inicien las operaciones.

Se presentarán las tablas dentro del horizonte de tiempo estimado para la cancelación del crédito.

1. PERSONAL

En el primer año la planta operará al 66% de su capacidad instalada, elevándose la producción a partir del segundo año, hasta alcanzar cerca del 100%.

Para el primer año, se implementará un turno de trabajo. Para el

segundo año y subsiguientes, la fuerza laboral se incrementará para atender el aumento de producción, habilitándose dos turnos de trabajo.

Los requerimientos de personal y los salarios estimados, se presentan en las Tablas No. I y No. II. En estas se presentan la fuerza laboral, el salario y los beneficios estimados calculados con un factor del 50%, sobre el salario.

**TABLA No. I. Personal
Un turno diario**

Cantidad	Personal	AÑO 1			
		Salario US\$	Masa Salarial US \$	Beneficios	Neto
1	Gerente Gral.	2.200	2.200	1.100	3.300
1	Jefe de Planta	1.200	1.200	600	1.800
2	Supervisores de turno	900	1.800	900	2.700
1	Supervisores de logística	900	900	450	1.350
1	Supervisión de mantenimiento	900	900	450	1.350
1	Supervisor stock de almacenes	900	900	450	1.350
1	Jefe de compra	900	900	450	1.350
1	Control de Calidad	900	900	450	1.350
1	Técnico Calidad	500	500	250	750
1	Técnico Seguridad	600	600	300	900
2	Vendedores	500	1.000	500	1.500
1	Secretaria	300	300	150	450
3	Administrativo	400	1.200	600	1.800
1	Compras	400	400	200	600
3	Gestión de stock de residuos	400	1.200	600	1.800
6	Operadores de Planta	500	3.000	1.500	4.500
12	Operarios	300	3.600	1.800	5.400
2	Mantenimiento	500	1.000	500	1.500
2	Logística	400	800	400	1.200
1	Laboratorista	400	400	200	600
3	Chofer camiones	500	1.500	750	2.250
1	Balanza Recepción	300	300	150	450
10	Vigilantes	300	3.000	1.500	4.500
58			28.500		42.750
					\$ 772.920

**TABLA No. II. Personal
Dos turnos diarios**

Cantidad	Personal	AÑO 2,3,4,5			
		Salario US\$	Masa Salarial US \$	Beneficios	Neto
1	Gerente Gral.	2.200	2.200	1.100	3.300
1	Jefe de Planta	1.200	1.200	600	1.800
4	Supervisores de turno	900	3.600	1.800	5.400
1	Supervisores de logística	900	900	450	1.350
1	Supervisión de mantenimiento	900	900	450	1.350
1	Supervisor stock de almacenes	900	900	450	1.350
1	Jefe de compra	900	900	450	1.350
1	Control de Calidad	900	900	450	1.350
1	Técnico Calidad	500	500	250	750
1	Técnico Seguridad	600	600	300	900
2	Vendedores	500	1.000	500	1.500
1	Secretaria	300	300	150	450
6	Administrativo	400	2.400	1.200	3.600
1	Compras	400	400	200	600
5	Gestión de stock de residuos	400	2.000	1.000	3.000
12	Operadores de planta	500	6.000	3.000	9.000
20	Operarios	300	6.000	3.000	9.000
4	Mantenimiento	500	2.000	1.000	3.000
4	Logística	400	1.600	800	2.400
1	Laboratorista	400	400	200	600
5	Chofer camiones	500	2.500	1.250	3.750
1	Balanza Recepción	300	300	150	450
16	Vigilantes	300	4.800	2.400	7.200
91			42.300		63.450
				\$	1.147.176

En el primer turno de trabajo se emplearán 58 personas y se estima un total de 91 personas, cuando se habiliten dos turnos.

2. PROPIEDADES, PLANTA Y EQUIPOS

La inversión fija de la planta termo-estructora está conformada por las Propiedades, Planta, Equipos y Otros Activos.

A continuación se explica cada elemento:

- Propiedades, Planta y Equipos.
 - a. Servicios Industriales. Los Servicios Industriales están constituidos por: servicio de agua, electricidad y gas. Se requiere la instalación de la infraestructura para proveer estos servicios; la infraestructura consta de tuberías, tendido eléctrico, perforación de pozo para agua potable. Se estima un total de \$1.047.250, que incluye la contratación de la mano de obra.

TABLA No. III. 1.1. Propiedades, Planta y Equipos - Servicios Industriales

1 INVERSION FIJA PROPIEDADES, PLANTA Y EQUIPOS			
	Cantidad	Precio (US\$/unidad)	Total (US\$)
1,1 SERVICIOS INDUSTRIALES			
Tubería de gas	6000	50	300.000
Tubería de agua industrial	5000	85	425.000
Mano de obra instalación gas aérea	2000	50	100.000
Mano de obra instalación agua aérea	150	120	18.000
Tendido eléctrico	3000	25	75.000
Desagüe 5 km	400	50	20.000
Tubo de concreto	2000	20	40.000
Mano de obra instalación	2000	20	40.000
Perforación de pozo para agua potable y tubería	1	11.250	11.250
Tubería de agua potable para distribución	900	20	18.000
			\$ 1.047.250

- b. Equipos para Proceso. Comprende el equipamiento de hornos, la planta de procesamiento de humos, el equipo automatizado para Oxígeno, chimenea, planta de destilación, soporte en Seguridad. Representa un monto de \$4.874.189. Ver Tabla No. III.1.2.

TABLA No. III. 1.2. Equipos para Proceso

INVERSION FIJA			
1 PROPIEDADES, PLANTA Y EQUIPOS			
	Cantidad	Precio (US\$/unidad)	Total (US\$)
1,2 EQUIPOS PARA PROCESO			
Horno estático 300 t/mes	1	720.000	720.000
Planta de procesamiento de humos	1	1.100.000	1.100.000
Sistema Online de Monitoreo, Ingeniería de proyecto, proceso y control, capacitación del personal, tuberías, soportes y accesorios para tubos, válvulas e instrumental. Tableros. Componentes eléctricos. Bombas, Motores y Revestimiento Refractario.	1	500.000	500.000
Equipo automatizado para Oxígeno	1	100.000	100.000
Quemadores, tanques, evaporadores, tuberías, soportes y accesorios para tubos, válvulas, instrumentos, tableros, componentes eléctricos, bombas, motores.	1	965.000	965.000
Horno rotativo 500 t/mes	1	400.000	400.000
Horno de vitrificado 5 t/batch (150 tn/mes)	1	349.189	349.189
Chimenea	1	70.000	70.000
Prensa	1		
Planta de destilación: Torres de destilación de acero inox., una de vacío y otra de presión normal, para 200 m3/mes de solventes recuperados. Más 10 tanques de 40 m3 de hierro y 5 tanques de 20 m3 de hierro	1	650.000	650.000
Empresa de soporte en Seguridad	1	20.000	20.000
			\$ 4.874.189

La infraestructura de hornos permite que la planta tenga una capacidad instalada de procesamiento de 9.600 ton/año.

- c. Equipos Generales. Equipos necesarios para atender los servicios de apoyo de la planta termo-destructora: Laboratorio de Control de Calidad, equipos de seguridad y primeros auxilios, equipos para talleres, vestidores, garajes, equipos para limpieza industrial, sistema de extinción de incendios,

almacenamiento de agua, almacenamiento de materia prima (patio de tanques), embalses y estanques para recolección, planta de tratamiento.

Incluye muebles y equipos de oficina. Costo de equipos generales: \$ 627.650. Ver Tabla No. III.1.3.

TABLA No. III. 1.3. Equipos Generales

1 INVERSION FIJA PROPIEDADES, PLANTA Y EQUIPOS			
	Cantidad	Precio (US\$/unidad)	Total (US\$)
1,3 EQUIPOS GENERALES			
Equipos Laboratorio de Control de calidad	1	250.000	250.000
Cromatógrafo gaseoso, analizador de emisiones gaseosas, analizador de agua, espectrofotómetro, cromatógrafo y espectrómetro de masas			
Muebles y equipos de oficina			
Aire acondicionado 5t	3	2.000	6.000
Iluminación	1	5.000	5.000
Fax y teléfonos	1	1.500	1.500
Fotocopiadora	1	400	400
Equipos de informática	10	1.200	12.000
Alarma de incendio	1	3.500	3.500
Sistema de Alarma	1	5.000	5.000
Equipo de seguridad y primeros auxilios	1	15.000	15.000
Equipos para talleres	1	2.000	2.000
Vestidores	1	3.000	3.000
Equipos para limpieza industrial	2	2.500	5.000
Extintores y mangueras de incendio	8	5.000	40.000
Almacenamiento de agua	1	11.250	11.250
Almacenamiento de materia prima (patio de tanques)	6	8.000	48.000
Embalses y estanques para recolección	3	20.000	60.000
Alcantarillado y canales alrededor galpones	1	40.000	40.000
Pozo aséptico y/o planta tratamiento	2	60.000	120.000
			\$ 627.650

- d. Equipos Manejo de Materiales. Equipos móviles para manejo de materiales: gandolas, camiones porta-contenedores, camiones cisternas, montacargas, bascula, puente grúa o polipasto, pala retroexcavadora, contenedores volquetes con tapas. Costo: \$970.000. Ver Tabla No. III.1.4.

TABLA No. III. 1.4. Equipos Manejo Materiales

1 INVERSION FIJA PROPIEDADES, PLANTA Y EQUIPOS			
	Cantidad	Precio (US\$/unidad)	Total (US\$)
1,4 EQUIPOS MANEJO MATERIALES			
Gandola Mack 25 ton con baranda volcable	2	100.000	200.000
Camiones porta contenedores	2	65.000	130.000
Camiones tanques cisternado de SS 316 L de 30 m3	1	150.000	150.000
Montacargas 3 t	1	35.000	35.000
Montacargas 4 t	1	50.000	50.000
Báscula 40 t	1	130.000	130.000
Puente grúa o polipasto 10 t	1	70.000	70.000
Pala retroexcavadora	1	100.000	100.000
Contenedores volquetes con tapa	30	3.500	105.000
			\$ 970.000

- e. Edificios Auxiliares. Instalaciones para albergar los Servicios de Apoyo, Administración y Seguridad. Costo: \$ 1.542.100. Ver Tabla No. III.1.5.

TABLA No. III. 1.5. Edificios Auxiliares

1 INVERSION FIJA PROPIEDADES, PLANTA Y EQUIPOS			
	Cantidad	Precio (US\$/unidad)	Total (US\$)
1,5 EDIFICIOS AUXILIARES			
Administración y oficinas	160	400	64.000
Servicio primeros auxilios	20	400	8.000
Laboratorio de Control de Calidad	50	1.200	60.000
Vigilancia y protección. Oficina de recepción materiales	15	400	6.000
Almacenes para materia prima	2000	250	500.000
Almacén de repuestos y suministros	400	250	100.000
Taller de mantenimiento equipado	800	400	320.000
Casetas para mangueras	6	250	1.500
Pintura, plomería, etc (plus)	1	10.000	10.000
Comedores	64	400	25.600
Vestuarios	80	400	32.000
Instalaciones eléctricas	1	100.000	100.000
Sistema Ininterrumpido de EE	1	300.000	300.000
Transformadores	3	5.000	15.000
			\$ 1.542.100

- f. Edificios para Procesos. Galpón con estructura metálica para instalación del puente grúa, plataformas, barandas y señalizaciones. \$311.000. Ver Tabla No. III.1.6.

TABLA No. III. 1.6. Edificios para Proceso

1 INVERSION FIJA PROPIEDADES, PLANTA Y EQUIPOS			
	Cantidad	Precio (US\$/unidad)	Total (US\$)
1,6 EDIFICIOS PARA PROCESO			
Galpón	1500	150	225.000
Estructura para puente-grúa	1	10.000	10.000
Plataformas, barandas y señalización	40	1.500	60.000
Escaleras	20	800	16.000
			\$ 311.000

- g. Gastos de Construcción. Costos del concreto estructural necesario para la construcción de galpones y recolector. Costo: \$ 364.188. Ver Tabla No.

III.1.7.

TABLA No. III. 1.7. Gastos de Construcción

1 INVERSION FIJA PROPIEDADES, PLANTA Y EQUIPOS			
	Cantidad	Precio (US\$/unidad)	Total (US\$)
1,7 GASTOS DE CONSTRUCCIÓN	M3		
Concreto estructural instalado galpones	843	250	210.688
Concreto estructural instalado calles	600	250	150.000
Concreto estructural instalado recolector emergencia	14	250	3.500
			\$ 364.188
Total Propiedades, Planta y Equipos			\$ 9.736.377

El monto total para la Propiedades, Planta y Equipos es de \$ 9.736.377.

- Otros Activos

Lo conforman los acondicionamientos del terreno, los estudios geológicos, la puesta en marcha, imprevistos y misceláneos. Los detalles se presentan en la Tabla No. III.2. Otros Activos.

1. Terreno. Bajo este renglón se incluye el costo de acondicionamiento de 50ha de terreno, solicitado en concesión (entrega a concesión). El costo de acondicionamiento del terreno se estima en \$205.750.
2. Puesta en marcha. Son los desembolsos o costos de operación que se originan en las pruebas y arranque de la instalación, hasta alcanzar un funcionamiento satisfactorio. Estos costos están representados por las erogaciones necesarias para mantener el personal de planta, mínimo e

indispensable, para dar inicio a las operaciones de la planta, tanto de producción como de gerencia y administración. Incluye Provisión de Cambio y Fondo de Reserva.

A continuación se indican las suposiciones hechas para cada uno de estos costos, durante la puesta en marcha:

- a. Costo de personal: \$128.820 (Tabla No. III.2. Ver punto 2.2. Puesta en marcha).
- b. Operación: Se consideran los costos por conceptos de reparaciones y cambios en las instalaciones. \$150.000
- c. Provisión de cambio. Se estima un 1% del capital fijo de la planta, \$97.364.
- d. Fondo de reserva. Se estima el 10% del capital fijo. \$973.638.
- e. Imprevistos. Se calcula en un 5% de los activos fijos de la planta, \$564.597 (Tabla No. III.2. Ver 2.3. Imprevistos).
- f. Misceláneos. Incluye impuestos de importación, aranceles aduaneros y Patente y Marca, sobre los equipos de proceso y equipos generales. Costo: \$126.855. (Tabla No. III.2. Ver 2.4. Misceláneos).

TABLA No. III. 2. Otros Activos

2 OTROS ACTIVOS		Cantidad	Precio (US\$/unidad)	Total (US\$)
2,1	TERRENO (PRELIMINARES)	(m2)		
	Costo del terreno (m2) - Entrega a concesión	50000	-	-
	Acondicionamiento del terreno (m2)	50000	2	100.000
	Desmante	1	3.000	3.000
	Nivelación	1	10.000	10.000
	Caminos de acceso e internos	1	10.000	10.000
	Alambradas y cercas	1200	20	24.000
	Zonas de estacionamiento	210	75	15.750
	Jardinería	100	50	5.000
	Estudio geológico	1	5.000	5.000
	Levantamiento topográfico	1	10.000	10.000
	Relleno de arcilla 95 Proctor	1	15.000	15.000
	Caseta preliminar	1	5.000	5.000
	Gastos administrativos de documentación	1	3.000	3.000
				205.750
2,2	PUESTA EN MARCHA			
	Personal (2 meses)			128.820
	Operación (estimado)			150.000
	Provisión de cambio		1%	97.364
	Fondo de reserva			973.638
				1.349.821
2,3	IMPREVISTOS (5%)			
	Imprevistos	1	564.597	564.597
				564.597
2,4	MISCELANEOS			
	Impuesto de importación		1%	51.542
	Aranceles aduaneros		1%	51.542
	Patente y marca		0,5%	24.371
				126.855
Total Otros Activos Fijos				2.247.024
Total				11.983.400

3. DEPRECIACIÓN

La inversión efectuada se recupera a través de la depreciación – que se aplica sobre los Activos Fijos- y de la amortización, aplicada sobre Otros Activos (o activos intangibles).

Para la depreciación de los Activos Fijos y la amortización de los Otros

Activos, se aplicará el Método de la Línea Recta, que consiste en dividir el costo de los activos entre el número de años de su vida útil:

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Costo de los activos (Bs.)}}{N \text{ años vida útil}}$$

La Tabla No. IV, presenta la información sobre la depreciación de la Maquinaria y Equipos instalados, Edificios, Transporte y Equipos de Oficina; y la amortización de los Otros Activos: Ingeniería, Puesta en Marcha, incluyendo los Imprevistos.

Se establece un pago de Seguros, con una tasa de 10% sobre las cuotas anuales de Depreciación de los Activos Depreciables, por un estimado de \$82.859.

Los Activos No Depreciables corresponden a los Servicios Industriales y gastos preliminares en el Terreno, por un monto de \$1.379.855.

TABLA No. IV. Depreciación

	Total (US\$)	Vida Útil (Años)	Cuota Anual (US\$)
Maquinaria y Equipos Instalados	4.874.189	20	243.709
Edificios	2.117.288	30	73.910
Transporte y Equipos de Oficina	1.597.650	5	319.530
Ingeniería	0	5	0
Puesta en Marcha	1.349.821	10	134.982
Imprevistos	564.597	10	56.460
Total Activos Depreciables	\$ 10.603.545		\$ 828.591
Seguros (10 % Activos Depreciables)			82.859
	Capital Fijo	Otros Activos	Total
	9.736.377	2.247.024	11.983.400
Activo No Depreciable			\$ 1.379.855

4. CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo es la inversión necesaria para el funcionamiento de la planta. Comprende los gastos en servicios industriales, operación y mantenimiento de las instalaciones, gastos generales de ventas, seguros y materiales de oficina, gastos financieros que son necesarios cancelar durante el período de desfase entre los gastos y los ingresos por concepto de ventas, especialmente durante los primeros meses de funcionamiento de la empresa, que para este estudio se ha estimado en tres meses (Ver Tabla No. V. Capital de Trabajo).

Los gastos por estos conceptos se han estimado como se indica a continuación:

- a. Materia prima. No se estiman gastos de materia prima. Los clientes que contratan el servicio de termo-destrucción entregan en la planta los desechos que serán transformados y que constituyen la materia prima del proceso. El servicio de transporte hasta la planta corre por cuenta del cliente.
- b. Servicios industriales. Estos gastos son los correspondientes al pago de servicios de agua, electricidad, gas y de los sacos de empaque, utilizados para cubrir los bloques vitrificados con los materiales residuales del proceso destructivo de contaminantes persistentes. Se estiman en \$118.642 para tres meses de operación.
- c. Gastos de operación y mantenimiento. Incluye los gastos de operación, supervisión, mantenimiento de la planta (incluidos los gastos de mano de obra y repuestos), requeridos durante tres meses. Se han estimado en \$494.659, de acuerdo con los estimados de operaciones.

- d. Gastos generales. Bajo este renglón se han incluido los gastos generales que son necesarios pagar en los primeros tres meses de operación. Se basan en los Gastos Administrativos, \$25.000.
- e. Gastos financieros. Estos son los gastos que se cancelarán por concepto de intereses de financiamiento del capital de trabajo, relativos a los primeros tres meses de la inversión total de la planta, a una tasa anual del 4.79%: \$143.501. Se denominan Gastos financieros estimados corto plazo.

En la Tabla No. V, se presenta el detalle del Capital de Trabajo requerido, en el orden de \$781.802.

TABLA No. V. Capital de Trabajo

CONCEPTO	Total (US\$) (1 Mes)	Total (US\$) (3 Meses)
Materia Prima	0	0
Servicios Industriales	39.547	118.642
Gastos de Operación y Mantenimiento	164.886	494.659
Pagos de Gastos Generales	8.333	25.000
Sub-total		638.300
Gastos financieros estimados corto plazo	47.834	143.501
Total Capital de Trabajo		\$ 781.802

5. INVERSIÓN DEL PROYECTO

El Plan de Inversiones del proyecto está comprendido por el Capital de Trabajo y la Inversión en Activos Fijos, que representa el Capital Fijo de la planta.

El capital fijo de la planta está conformado por la sumatoria de las inversiones requeridas para la construcción de instalaciones, la adquisición e instalación de equipos y maquinarias, la dotación de servicios industriales, y para la dotación de

equipos de oficina y transporte.

Estas inversiones se han estimado de acuerdo a consideraciones y premisas basadas en análisis técnicos, económicos y de mercado (ver Tabla No. VI).

El total de la inversión o capital requerido para el proyecto es de \$12.765.202, con una inversión de \$11.983.400 en Propiedades, planta, equipos y otros Activos Fijos y \$781.802 en Capital de Trabajo.

TABLA No. VI. Inversión del Proyecto

CONCEPTO	Total (US\$)
INVERSION EN ACTIVOS FIJOS	
Propiedades, planta y equipos	9.736.377
Otros Activos Fijos	2.247.024
TOTAL INVERSION EN ACTIVOS FIJOS	\$ 11.983.400
Capital de Trabajo	781.802
TOTAL INVERSION	\$ 12.765.202

6. AMORTIZACIÓN

Se solicitará un préstamo por el 85% del monto del proyecto, a un interés anual del 4.79%, con un período de amortización de cinco años, con pago de cuotas anuales y un período de gracia de un año, durante el cual solo se cancelarán las cuotas de interés. Estas premisas se basaron en ofertas de financiamiento para proyectos similares, presentadas por el BNP Paribás (Banco Nacional de París), al Ministerio de Finanzas de la República Bolivariana de Venezuela.

El 15% restante de la inversión requerida, US \$ 1.914.780,26, sería aportado por la República Bolivariana de Venezuela.

Para este proyecto, se tomaron algunas de las premisas presentadas por el BNP Paribás , en el año 2005. Entre los parámetros se encuentran:

- **Monto financiado.** Hasta el 85% de los valores del componente importado de los Contratos que las Agencias de Crédito a la Exportación (ECAs) juzguen elegible.
- **Tasa Variable/Fija competitiva.** Posibilidad de optar por un tipo de interés Fijo o tipo Flotante (LIBOR ó Euribor).

LIBOR – London Interbank Offered Rate. Tasa de interés aplicada a los préstamos a plazo, determinada en el mercado internacional del mercado del mercado de dinero, fijo en la ciudad de Londres, Inglaterra.
- Tipo de Interés. Dos opciones disponibles (i) un tipo de interés flotante y (ii) un tipo de interés fijo a elección del Prestatario:
 - (i) Tipo Flotante

Un tipo flotante compuesto de un tipo de referencia (Libor o Euribor a seis meses) incrementado en un margen que dependerá del porcentaje de cobertura del riesgo político propuesto por la ECA en cuestión.
 - (ii) Tipo fijo

El tipo fijo es definido por los mecanismos del CIRR (Comercial Interest Reference Rate) basados en una fórmula que se determina mensualmente con respecto a los prevalecientes en el mercado. Como ejemplo, el tipo CIRR para los financiamientos de contratos en US\$ y con período de reembolso de hasta cinco años es de 4.79% p.a.

- **Competitividad en el Plazo.** Se puede obtener desde cinco hasta diez años de período de reembolso, dependiendo del proyecto a considerar.

Finalmente, el plazo total del crédito puede llegar a 12 años.

Para efectos de este estudio, se consideró un período de amortización del crédito de cinco años.

- **Período de Gracia.** Un Período de Gracia hasta el Punto de Inicio de Reembolso. El Punto de Inicio de Reembolso que corresponda a la fecha de recepción provisoria de los equipos.

Para los estimados de esta evaluación, se utilizará un tipo de interés fijo del 4.79%.

La Tabla No. VII, presenta la Amortización del Crédito.

TABLA No. VII. Amortización del Crédito

Año	Anualidades (US\$)	Intereses (US\$)	Amortización (US\$)	Saldo Deuda (US\$)
1		519.735		10.850.421
2	3.045.034	519.735	2.525.299	8.325.122
3	3.045.034	398.773	2.646.261	5.678.861
4	3.045.034	272.017	2.773.017	2.905.844
5	3.045.034	139.190	2.905.844	-

1.- El monto financiado corresponde al 85 % del capital requerido.

7. ESTRUCTURA DE COSTOS

La estructura de costos se presenta de acuerdo con la siguiente composición:

- Costo Primo
- Gastos de Fabricación

- Gastos de Administración y Ventas
- Gastos Financieros

Se presentan dos estructuras de costos, asociadas a la implementación de un turno de trabajo para el primer año de operación y dos turnos de trabajo para los años siguientes. Las Tablas No. VIII y la Tabla No. IX, presentan las estructuras de costos.

TABLA No. VIII. Estructuras de Costos
Un turno diario

		Unidad	Costo	Cantidad	Total
			Unitario		(US \$)
1	COSTO PRIMO				
1.1	Mano de obra directa				772.920
TOTAL COSTO PRIMO					772.920
2	GASTOS DE FABRICACION				
2.1	Mano de obra indirecta				425.106
2.2	Oxígeno	m3	0,30	1.200.000	360.000
2.3	Energía eléctrica	Kw	0,036	1.200.000	43.200
2.4	Gas natural	m3	0,038577	1.850.000	71.367
2.5	Componente químico	tm	1.000	37	37.310
2.6	Gastos generales y mantenimiento				130.200
2.7	Seguros				82.859
2.8	Depreciación				828.591
TOTAL GASTOS DE FABRICACION					1.978.633
3	GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS				
3.2	Otros gastos de administración				100.000
TOTAL DE GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS					100.000
4	GASTOS FINANCIEROS				
4.1	Intereses corto plazo				143.501
4.1.1	Capital de trabajo				
4.2	Intereses largo plazo				519.735
4.2.1	Deuda a largo plazo				
TOTAL GASTOS FINANCIEROS					663.236
COSTO TOTAL					\$3.514.790

**TABLA No. IX. Estructura de Costos
Dos turnos diarios**

		Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Total (US \$)
1	COSTO PRIMO				
1.1	Mano de obra directa				1.147.176
TOTAL COSTO PRIMO					1.147.176
2	GASTOS DE FABRICACION				
2.1	Mano de obra indirecta				630.947
2.2	Oxígeno	m3	0,30	1.940.000	582.000
2.3	Energía eléctrica	Kw	0,036	1.200.000	43.200
2.4	Gas natural	m3	0,038577	1.850.000	71.367
2.5	Componente químico	tm	1.000	88	88.000
2.6	Gastos generales y mantenimiento				130.200
2.7	Seguros				83.859
2.8	Depreciación				828.591
TOTAL GASTOS DE FABRICACION					2.457.164
3	GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS				
3.2	Otros gastos de administración				200.000
TOTAL DE GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS					200.000
4	GASTOS FINANCIEROS				
4.1	Intereses corto plazo				
4.1.1	Capital de trabajo				
4.2	Intereses largo plazo				519.735
4.2.1	Deuda a largo plazo				
TOTAL GASTOS FINANCIEROS					519.735
COSTO TOTAL					\$4.324.075

8. ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADOS

Para el primer año, la planta operará al 66% de su capacidad instalada; en el segundo año y subsiguientes se estima alcanzar cerca del 100% de su capacidad.

La planta tendrá capacidad para procesar otros contaminantes, sin embargo,

para efectos de este análisis, estos ingresos no se contabilizan. Los ingresos por venta se estiman a un precio de 1.500 US\$/ton de producto procesado. Se considera este precio de acuerdo con la información inicial suministrada por la empresa IDM,S.A. de Santa Fe, Argentina.

Revisiones de precios de venta utilizados por otras plantas a nivel mundial indican un precio de incineración que oscila entre 200 y 300 €, sin embargo este precio de venta, no representa referencia alguna y no puede utilizarse como patrón de comparación, debido a que la planta a la que nos referimos tiene una capacidad de tratamiento de 70.000 toneladas anuales, contra 9.600 toneladas (Origen: Comisión Europea 2004).

Mención aparte lo representa Chile, país que no dispone de tecnología para la destrucción de las sustancias tóxicas cloradas y cuya única alternativa es una exportación a Europa. Las empresas demandantes deben pagar entre US\$ 6.000 a US\$ 8.500 por tonelada de sustancia tóxica clorada a destruir (Conicyt, sin fecha).

Los beneficios estimados del proyecto se presentan en el Estado de Resultados Proyectados, en la Tabla No. X.

TABLA No. X. Estado de Resultados Proyectados

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
		(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)
1	INGRESOS					
1,1	Ingresos por ventas	9.000.000	13.500.000	13.500.000	13.500.000	13.500.000
	TOTAL INGRESOS	9.000.000	13.500.000	13.500.000	13.500.000	13.500.000
2	EGRESOS					
2,1	Costo primo					
2.1.1	Materia prima	-	-	-	-	-
	Otros materiales					
2.1.2	directos	-	-	-	-	-
2.1.3	Mano de obra directa	772.920	1.147.176	1.147.176	1.147.176	1.147.176
	TOTAL COSTO PRIMO	772.920	1.147.176	1.147.176	1.147.176	1.147.176
2,2	GASTOS DE FABRICACION DE Mano de obra indirecta					
2.2.1		425.106	630.947	630.947	630.947	630.947
2.2.2	Oxígeno	360.000	582.000	582.000	582.000	582.000
2.2.3	Energía eléctrica	43.200	43.200	43.200	43.200	43.200
2.2.4	Gas natural	71.367	71.367	71.367	71.367	71.367
2.2.5	Componente químico	37.310	88.000	88.000	88.000	88.000
2.2.6	Gastos generales y mantenimiento	130.200	130.200	130.200	130.200	130.200
2.2.7	Seguros	83.859	82.859	82.859	82.859	82.859
2.2.8	Depreciación	828.591	828.591	828.591	828.591	828.591
	TOTAL GASTOS DE FABRICACION	1.978.633	2.457.164	2.457.164	2.457.164	2.457.164
2,3	GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS					
2.3.1	Otros gastos de administración	100.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	100.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	TOTAL EGRESOS	2.851.553	3.804.340	3.804.340	3.804.340	3.804.340
3	UTILIDAD BRUTA	6.148.447	9.695.660	9.695.660	9.695.660	9.695.660
4	IMPUESTO SOBRE LA RENTA (34%)	2.090.472	3.296.524	3.296.524	3.296.524	3.296.524

5

UTILIDAD NETA	4.057.975	6.399.135	6.399.135	6.399.135	6.399.135
Continuación de la TABLA No. XIV					
PRODUCCION (TM)	6.000	9.000	9.000	9.000	9.000
PRECIO DE VENTA (US\$/TM)	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500

9. FLUJO DE CAJA

El Flujo de Caja anual durante los primeros cinco años del proyecto, se presenta en la Tabla No. XI.

TABLA No. XI. Flujo de Caja

	Año 1 (US\$)	Año 2 (US\$)	Año 3 (US\$)	Año 4 (US\$)	Año 5 (US\$)
1. INGRESOS					
Saldo Inicial	781.802	4.839.776	11.238.912	17.638.047	24.037.183
Ventas	9.000.000	13.500.000	13.500.000	13.500.000	13.500.000
TOTAL INGRESOS	9.781.802	18.339.776	24.738.912	31.138.047	37.537.183
2. EGRESOS					
Compras de Materias Primas	0	0	0	0	0
Otros Materiales Directos	0	0	0	0	0
Mano de Obra Directa	772.920	1.147.176	1.147.176	1.147.176	1.147.176
Gastos de Fabricación	1.987.633	2.457.164	2.457.164	2.457.164	2.457.164
Gastos de Administración y Ventas	100.000	200.000	200.000	200.000	200.000
Impuesto Sobre la Renta	2.090.472	3.296.524	3.296.524	3.296.524	3.296.524
TOTAL EGRESOS	4.942.025	7.100.865	7.100.865	7.100.865	7.100.865
FLUJO NETO	4.839.776	11.238.912	17.638.047	24.037.183	30.436.318

10. INDICADORES ECONÓMICOS

Los indicadores económicos presentados son la Tasa Interna de Retorno, el Punto de Equilibrio y el Índice de Recuperación de la Inversión.

10.1. Tasa Interna de Retorno

Las alternativas de rentabilidad son medidas a través de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

La TIR se define como aquella tasa de interés, que aplicada a los ingresos y gastos de un proyecto, para cada año de la vida de la inversión, equilibra o nivela sus valores al presente. Estos datos se extraen del Estado de Resultados. En particular, no se necesita ningún dato sobre el costo de oportunidad de los fondos. El costo de oportunidad es la tasa de interés que estaría dispuesto a pagar un inversionista por un crédito externo a la empresa.

La TIR debe estar siempre por encima de la tasa de interés del préstamo.

La TIR calculada para el proyecto, en la Tabla No. XII, se ubica en 34%, valor aceptable para un proyecto de carácter ambiental.

TABLA No. XII. Tasa Interna de Retorno

CONCEPTO	Monto (US\$)	
Inversión	(12.765.201,73)	
Flujo Neto Año1	4.057.974,72	
Flujo Neto Año 2	6.399.135,43	
Flujo Neto Año 3	6.399.135,43	
Flujo Neto Año 4	6.399.135,43	
Flujo Neto Año 5	6.399.135,43	
		TIR: 34%

10.2. Punto de Equilibrio

Es el punto a partir del cual se empieza a generar beneficios. Se toma como referencia el valor generado en el segundo año de operación.

La Tabla No. XIII presenta los cálculos de este indicador económico. Se observará que para el segundo año, se alcanza el Punto de Equilibrio con el 51% de las ventas.

TABLA No. XIII. Punto de Equilibrio

	Año 1 (US\$)	Año 2 (US\$)	Año 3 (US\$)	Año 4 (US\$)	Año 5 (US\$)
VENTAS PRESUPUESTADAS	9.000.000	13.500.000	13.500.000	13.500.000	13.500.000
COSTOS FIJOS					
2,1 Mano de Obra Indirecta	425.106	630.947	630.947	630.947	630.947
2,2 Materiales Indirectos	-	-	-	-	-
2,3 Seguros	82.859	82.859	82.859	82.859	82.859
2,4 Depreciación	828.591	828.591	828.591	828.591	828.591
2,5 Amortización	0	2.525.299	2.646.261	2.773.017	2.905.844
2,6 Administración y Ventas	100.000	200.000	200.000	200.000	200.000
2,7 Gastos Financieros	663.236	519.735	398.772	272.017	139.190
TOTAL COSTOS FIJOS	2.099.792	4.787.431	4.787.431	4.787.431	4787.431
COSTOS VARIABLES					
3,1 Materias Primas	-	-	-	-	-
3,2 Otros Materiales Directos	-	-	-	-	-
3,3 Mano de Obra Directa	772.920	1.147.176	1.147.176	1.147.176	1.147.176
3,4 Oxígeno	360.000	582.000	582.000	582.000	582.000
3,5 Energía eléctrica	43.200	43.200	43.200	43.200	43.200
3,6 Gas natural	71.367	71.367	71.367	71.367	71.367
3,7 Componente químico	37.310	88.000	88.000	88.000	88.000
3,8 Gastos generales y mant.	130.200	130.200	130.200	130.200	130.200
TOTAL COSTOS VARIABLES	1.414.997	2.061.943	2.061.943	2.061.943	2.061.943
PUNTO DE EQUILIBRIO VENTAS	3.514.790	6.849.375	6.849.375	6.849.375	6.849.375
PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA CAPACIDAD INSTALADA (%)	39%	51%	51%	51%	51%
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producción	6.000	9.000	9.000	9.000	9.000

10.3. Índice de Recuperación de la Inversión

El Índice de Recuperación de la Inversión se calcula descontando en el tiempo el monto total de la inversión de los Flujos Netos, que genere la empresa.

$$\text{Flujo Neto Desc. Tasa} = \frac{(\text{Flujo monetario} + \text{Depreciación})}{(1 + \text{tasa de descuento})^{\text{PERIODO}}}$$

El índice de recuperación de la inversión, calculada sobre los flujos monetarios (Estado de Resultados), se produce a los dos (2) años cuatro meses. (ver Tabla No. XIV).

La tasa de descuento es del 4.79%, que es la tasa activa presentada por el banco para su interés de tipo fijo, dentro de la cual se considera ya fue calculado la prima de riesgo relativa al país.

TABLA No. XIV. Índice de Recuperación de la Inversión

Período	Año	Flujo Monetario (US\$)	Depreciación (US\$)	Inversión Total (US\$)	Flujo Neto Desc. 4.79 % (US\$)	Recuperación de la Inversión (US\$)
0				(12.765.202)		
1	1	4.057.975	828.591		4.663.198	(8.102.003)
2	2	4.732.438	828.591		6.582.063	(1.519.941)
3	3	4.652.603	828.591		6.281.194	4.761.253
4	4	4.568.944	828.591		5.994.077	10.755.330
5	5	4.481.278	828.591			
Retorno de la Inversión:			2 Años 4 meses			
1.- Tasa de Descuento:			4.79%			

11. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para determinar los parámetros que pudieran afectar la ejecución del proyecto de inversión, se evaluaron varios escenarios.

Se observó que la TASA INTERNA DE RETORNO no es sensible al aumento o disminución de la tasa de interés.

La TASA INTERNA DE RETORNO es sensible al aumento o disminución del precio de venta del producto. Una aumento del 10 y del 20%, del precio de venta, incrementan la TIR a 41% y 48%, respectivamente. En cambio las disminuciones en el precio de venta del 10% y del 20%, sitúan el valor de la TIR en 26% y 19%, respectivamente. Al variar el precio de venta en un 40% y ubicarse en 900 US\$/ton, el proyecto se hace inviable.

En cuanto a la capacidad de producción, el proyecto es sensible. Si el primer año la planta opera en un 30% de su capacidad y en los subsiguientes años, opera en un 60% de su capacidad, el proyecto es inviable.

12. FORMAS CONCRETAS PARA LA OBTENCIÓN DE RECURSOS FINANCIEROS

Por ser un proyecto de alto impacto ambiental, tanto a nivel nacional como subregional, existe la posibilidad de que la República Bolivariana de Venezuela, solicite un crédito a la banca multilateral (BID, Banco Mundial, CAF), ó condiciones financieras especiales, en la banca privada, en los Bancos y/o Fondos Nacionales.

En la banca privada internacional el BNP Paribás, ofrece condiciones especiales para la República.

A nivel de Banco Nacional, Banco de Desarrollo Económico (BANDES), le ofrece alternativas financieras, a los organismos competentes para atender el proyecto, con base a las leyes especiales de financiamiento de la República Bolivariana de Venezuela.

Entre los Fondos Nacionales que pudieran accederse se encuentra el Fondo de Desarrollo Nacional (FONDEN) y el Fondo de Desarrollo Económico y Social del País (FONDESPA), debido a la importancia que tienen actualmente en el país. Estas entidades aplicarían condiciones preferenciales para el financiamiento de proyectos de inversión en el área ambiental.

CONCLUSIONES

Los Índices de Evaluación del proyecto son:

TASA INTERNA DE RETORNO:	34%
PUNTO DE EQUILIBRIO:	US\$ 6.849.375, que representa el 51% de las ventas, en el segundo año.
RECUPERACIÓN DE CAPITAL:	2 años 4 meses
UTILIDAD NETA AÑO 1:	US\$ 4.057.975

Los índices están detallados en las Tablas No. XII, XII, XIV, X y XI.

Desde el punto de vista económico, el proyecto genera importantes ventajas:

- La nueva empresa contribuiría a generar nuevos empleos directos, estimados en 58 puestos de trabajo para el primer año y 91 a partir del segundo año, así como empleos indirectos a través de empresas vinculadas al proyecto.
- El efecto favorable sobre la región señalada para instalar la planta es importante, para la diversificación de la economía en la zona, a través de la generación de empleo y la contratación de servicios básicos e industriales.

Desde el punto de vista macroeconómico, genera los siguientes

beneficios. Entre éstas, cabe destacar:

- Permitiría sustituir una cifra elevada de servicios de termo-destrucción en el exterior.
- Los servicios de termo-destrucción a otros países, ayudarían a equilibrar la Balanza de Pagos.

Cualquiera de las formas de financiamiento que se llegara a utilizar, cuenta con suficiente respaldo y garantía de retorno, pues se trata de un proyecto que solucionaría un problema ambiental de trascendencia sin igual y cuya sustentabilidad se la da, el mismo hecho de poder vivir sanos y en paz, sin contar que financieramente es una solución para sus usuarios.

RECOMENDACIONES

El éxito del proyecto no se sustenta sólo en los aspectos económicos y financieros del mismo, que como pudo observarse favorecen la decisión de instalar una planta termo destructora de contaminantes orgánicos persistentes.

La concreción de los siguientes lineamientos apuntalaría eficazmente esta decisión:

1. Concluir y presentar el inventario de todas las existencias de PCBs en Venezuela y principalmente en la Región Guayana, donde se ubica el mayor parque industrial, incluyendo el eléctrico.
2. Concluir la elaboración del Plan Nacional de manejo de PCBs.
3. Ejecutar las acciones necesarias para el eficiente tratamiento y eliminación de los PCBs, incluyendo la puesta en marcha de la instalación de la planta termo destructora.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Baca, G. *Evaluación de Proyectos*. 4^a Edición. (2001).

Badel, M. *Elaboración de referencias y citas según las normas de la American Psychological Association*. [APA]. 5^a Edición. Extraído el día 25 de octubre, 2005 de <http://www.monografias.com/apa.shtml>

BNP Paribás. Referencia: Financiamiento de programas MPD número 25 y 27 previstos en la Ley de Endeudamiento Público 2005. París, 24 de Mayo de 2005.

Bifenilos-Policlorados-PCBs.(Sin fecha). Extraído el día 17 de enero, 2005 de <http://www.monografias.com/trabajos15/bifenilos-policlorados/bifenilos-policlorados.shtml>

Boletín informativo sobre la prevención de la contaminación y la producción limpia de la Confederación Sindical de Comisiones Obreras [C.C.O.O]. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. *DAPHNIA* (1996, Agosto, N° 4). Extraído el día 01 de febrero, 2005 de <http://www.istas.net/ma/daphnia04.pdf>

Cambiarías tasa LIBOR. Extraído el 13 de febrero, 2006 de <http://www.bcra.gov.ar/estadis/es030201.asp>.

Centro Regional del Convenio de Basilea para Centroamérica y México [CRCB-CAM]. *Convenio de Basilea*. Extraído el día 17 de enero, 2005 de http://marn.gov.sv/convenio_basilea.htm

Centro Regional del Convenio de Basilea para Centroamérica y México [CRCB-CAM]. *Plan de Negocios 2005-2006*. Extraído el día 17 de enero, 2005 de http://marn.gov.ve/convenio_basilea.htm

Conicyt. República de Chile. Extraído el día 04 de julio, 2006 de <http://www.conicyt.cl/bases/fondef/PROYECTO/04/I/D04I1387.HTML>

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).

IDM SRL (2004) . Extraído el día 17 de enero, 2005 de <http://www.idmsa.com.ar/index.html>

Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos [LSMDP] de la República Bolivariana de Venezuela (2001)

LIBOR. Extraído el 13 de febrero, 2006 en <http://www.creditosperu.com.pe/glibor.php>.

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (1972). 1^{era} Conferencia Medio Ambiente, Estocolmo.

PCBs..(Sin fecha). Extraído el día 17 de enero, 2005 de <http://greenpeace.org/chile/campaign/t-xicos/pcbs>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2004). *PNUD apoya a Venezuela en eliminación de sustancias contaminantes persistentes*. Extraído el día 14 de julio, 2005 de <http://www.pnud.org.ve/noticias/pnud/Nota20041115317.asp>

Programa Venezolano de Educación-Acción en Derechos Humanos [PROVEA] (2000). *Informe Anual 1998-1999*. Extraído el día 17 de enero, 2005 de http://derechos.org.ve/publicaciones/infanual/1998_99/derecho_trabajadores.htm

Reseña de Venezuela. National Implementation of Agenda 21. Información presentada por el Gobierno de Venezuela ante la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas ante la Quinta y la Séptima Sesión. (1997). Extraído el día 26 de octubre, 2005 de <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/venez/natur.htm>

Schinitman, N. (2004). *Prevenir la Exposición a PCBs, Dioxinas y Furanos*. [artículo]. Extraído el día 17 de enero, 2005 de <http://www.ecoportel.net/content/view/full/29648>

ANEXO 1

**VOLÚMENES ESTIMADOS DE PCBs ALMACENADOS POR
LAS EMPRESAS DEL GRUPO CVG
Octubre 1996**

CORPORACION VENEZOLANA DE GUAYANA
VICEPRESIDENCIA CORPORATIVA DE AMBIENTE,
CIENCIA Y TECNOLOGIA

VOLUMENES ESTIMADOS DE PCB's
ALMACENADOS POR LAS EMPRESAS DEL GRUPO CVG
OCTUBRE 1996

EMPRESA	CARACTERISTICAS	CANTIDAD EXISTENTE	UBICACION
ALCASA	MATERIAL SEMI SOLIDO COMPUESTO POR RADICALES FENILICOS ASOCIADOS CON ATOMOS DE CLORO. ACEITE VISCOSO. DENSIDAD: DE 1,38 A 1,68 g/ml COLOR AMARILLO PALIDO	5,1 m ³ /7,5 t (4 TRANSFORMADORES EN SERVICIO)	EN DIVERSAS AREAS DE LA PLANTA
		1,4 m ³ /2,0 t (2 TRANSFORMADORES DESINCOPORADOS MAS MATERIAL CONTAMINADO)	PATIO INTERNO
6,3 m ³ /9,2 t (5 TRANSFORMADORES EN SERVICIO)		EN DIVERSAS AREAS DE LA PLANTA	
44,3 m ³ /65,0 t (39 TRANSFORMADORES EN SERVICIO)		EN DIVERSAS AREAS DE LA PLANTA	
BAUXILUM (*)		1,3 m ³ /1,9 t (1 TRANSFORMADOR DESINCORPORADO)	PATIO INTERNO
FERROMINERA (*)		673,5 m ³ /990 t (EN TRANSFORMADORES DESINCORPORADOS)	EN DIVERSAS AREAS DE LA PLANTA
SIDOR		168,0 m ³ / 247 t (EN CONTENEDORES)	PATIO INTERNO
		564 m ³ /830 t (MATERIAL CONTAMINADO)	PATIO INTERNO

(*) Calculado usando de 1.136 l/transformador
 FUENTE: Inventario Elaborado por las empresas.

ANEXO 2

**FOTOGRAFIA AEREA PLANTA TERMODESTRUCTORA
IDM S.A., SANTA FE, ARGENTINA**



