

00682

1



Universidad Nacional Autónoma de México

Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Facultad de Contaduría y Administración

Facultad de Química

T e s i s

**Modelo organizacional de un sistema de
administración estratégica ambiental para la
industria química orientado al desarrollo
sustentable**

Que para obtener el grado de:

**Doctor en Ciencias de la
Administración**

Presenta: M. en C. Roberto Del Rí o Soto

Comité Tutoral:

Tutor principal: Dr. José Luis Solleiro Rebolledo

Tutores de apoyo: Dr. M. Javier Cruz Gómez
Dr. Julio R. Landgrave Romero
Dr. Tomás Miklos



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACION

DISCONTINUA

Para mi querida esposa Bertha Alicia, compañera y amiga durante más de tres décadas de mi vida.

Agradecimientos

A la UNAM, por permitirme ser uno más de sus discípulos.

He tenido el honor de haber contado con un excelente Comité Tutorial integrado por profesionales de gran prestigio: Dr. José Luis Solleiro Rebolledo, Dr. M. Javier Cruz Gómez, Dr. Julio R. Landgrave Romero y Dr. Tomas Miklos Ilkovics. De calidad equiparable son los miembros del jurado: Dr. Sergio Javier Jasso Villazul, Dr. Luis Teodoro Díaz Müller y Dra. Susana Saval Bohórquez. Particularmente, agradezco al Dr. Solleiro su continuo apoyo y orientación.

Dentro de la División de Posgrado de Contaduría y Administración encontré sustento académico y ético en el Dr. Héctor Salas Harms, a quien muestro mi gratitud.

Durante el arduo trabajo de campo, encuestas e integración de los datos, recibí ayuda invaluable de mi alumna de maestría, Ing. María Amparo Vargas Álvarez.

Para la transcripción del manuscrito, conté con la cooperación desinteresada y siempre gentil de mi secretaria, Srta. Clara Luz Hernández L., así como con la colaboración del Ing. Sócrates López Flores.

CONTENIDO

<i>Lista de Figuras</i>	ix
<i>Lista de Tablas</i>	xi
<i>Lista de Siglas y Acrónimos</i>	xiii
<i>Presentación</i>	xvii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 ANTECEDENTES.....	7
3 FRONTERAS DEL CONOCIMIENTO ACTUAL.....	13
4 PANORAMA GENERAL SOBRE LEGISLACIÓN AMBIENTAL.....	19
4.1 Las Naciones Unidas y el Medio Ambiente.....	21
4.2 Legislación en Materia Ambiental en México.....	23
5 MODELO DE DESARROLLO SUSTENTABLE.....	29
5.1 La Importancia del Desarrollo Sustentable.....	31
5.2 Modelo Propuesto para la Industria Química.....	33
6 FILOSOFÍA DE EXCELENCIA AMBIENTAL CORPORATIVA.....	37
6.1 Fuerzas Directrices Ambientales.....	39
6.2 Elementos Básicos.....	41
6.3 Indicadores de Desempeño Ambiental.....	42
6.4 Lineamientos Fundamentales de una Filosofía de Excelencia Ambiental.....	43
7 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO.....	47
7.1 Etapas del Ciclo de Vida de un Producto.....	49
7.2 Objetivos del Diseño del Ciclo de Vida.....	50
7.3 Análisis de Necesidades.....	52
7.4 Formulación de Requerimientos.....	52
7.5 Preparación de Matrices de Requerimientos.....	55
7.6 Definición de las Estrategias del Diseño.....	58
7.7 Enfoque Moderno del Diseño Industrial del Producto.....	59
7.8 Resumen de los Principios Fundamentales del Diseño del Ciclo de Vida.....	62
8 VÍNCULO ENTRE LA ADMINISTRACIÓN DE CALIDAD TOTAL Y LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.....	65
8.1 Principios de la Administración de Calidad Total.....	67
8.2 Los Puntos Básicos de Deming sobre Calidad Total.....	71
8.3 ¿Qué Significa Prevención de la Contaminación?.....	73
8.4 Similitud de Propósitos.....	75
9 USO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS.....	77
9.1 Medidas Generales para Prevenir la Contaminación.....	79
9.2 Mejores Prácticas Operativas.....	84
9.3 Desarrollo y Diseño del Proceso.....	88
9.4 Química de Proceso.....	94

9.5	Diseño de Reactores.....	96
9.6	Tecnologías de Separación.....	98
9.7	Operaciones en Laboratorios.....	100
9.8	Operaciones en Mantenimiento.....	103
9.9	Control del Proceso.....	105
9.10	Operaciones en Oficinas.....	107
9.11	Simulación del Proceso.....	110
9.12	Administración del Agua.....	112
9.13	Administración de Materiales.....	117
10	PRODUCTOS ECOLÓGICOS Y MERCADOTECNIA AMBIENTAL.....	121
11	INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y EMPRESARIAL.....	127
11.1	Estrategia de Innovación.....	131
11.2	Proceso de Innovación.....	133
11.3	Recursos de la Innovación.....	135
11.4	Organización de la Innovación.....	136
11.5	Aprendizaje de la Innovación.....	139
12	HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	143
12.1	Hipótesis.....	145
12.2	Objetivos de la Investigación.....	145
12.3	Metodología.....	146
12.4	Criterios de Evaluación.....	148
12.5	Mecanismos de Calificación.....	152
12.6	Formatos de Evaluación (Cuestionarios Guía).....	157
12.7	Comparación (Benchmarking) con Empresa Líder.....	158
13	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	179
13.1	Presentación de las Empresas.....	183
13.2	Evaluación Ambiental Observada en las Empresas.....	205
13.2.1	Filosofía de Excelencia Ambiental Corporativa.....	205
13.2.2	Análisis del Ciclo de Vida del producto.....	210
13.2.3	Vínculo entre la Administración de Calidad Total y la Prevención de la Contaminación.....	215
13.2.4	Uso de Tecnologías Limpias.....	220
13.2.5	Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental.....	225
13.2.6	Innovación Tecnológica y Empresarial.....	232
13.2.7	Resultados de las Empresas.....	237
13.3	Evaluación Ambiental Comparativa de las Empresas.....	244
13.4	Comparación con el Modelo de una Empresa Líder a Nivel Mundial.....	265
14	CONCLUSIONES.....	269
	BIBLIOGRAFÍA.....	283
	ANEXO.....	293

Lista de Figuras

4.1	Estructura de la Legislación Ambiental Mexicana.....	26
5.1	Modelo Organizacional de Desarrollo Sustentable para la Industria Química.....	34
7.1	Matrices de Requerimientos Conceptuales.....	56
9.1	Áreas de Oportunidad para Abatir la Contaminación en la Industria Química.....	83
9.2	Tecnologías Clave de Separación para Prevenir la Contaminación.....	98
13.1	Avance por Código.....	263

Lista de Tablas

6.1	Indicadores Posibles de Medición del Desempeño Ambiental.....	42
7.1	Aspectos a Considerar al Desarrollar Requerimientos Ambientales... 54	
7.2	Ampliación de las Filas de la Matriz de Requerimientos Ambientales..57	
7.3	Estrategias de Diseño.....	59
7.4	Diferenciación de Productos Basada en el Análisis del Ciclo de Vida..61	
8.1	Los 14 Puntos de Deming sobre Calidad Total.....	72
9.1	Medidas Generales para Prevenir la Contaminación.....	79
9.2	Mejores Prácticas Operativas para Prevenir la Contaminación.....	85
9.3	Objetivos y Limitaciones Ambientales Vinculadas al Diseño del Proceso.....	89
9.4	Datos sobre Prevención de la Contaminación Generados a Nivel de Banco.....	90
9.5	Prevención de la Contaminación desde el Diseño Conceptual.....	90
9.6	Estrategias para Abatir la Contaminación desde la Fase de Ingeniería Preliminar.....	92
9.7	Principios Generales en la Fase del Diseño del Proceso para Prevenir la Contaminación.....	93
9.8	Tecnologías para Control de COV's.....	100
9.9	Substitución de Reactivos Químicos Peligrosos.....	102
9.10	Causas Comunes de Fallas de Equipos.....	104
9.11	Costos y Ahorros Potenciales del Control Mejorado del Proceso.....	106
9.12	Desechos Comunes Generados en Operaciones de Oficinas.....	108
9.13	Técnicas para Minimizar el Uso del Agua.....	113
9.14	Recirculación Potencial del Agua Industrial de Desecho.....	114
9.15	Tecnologías de Recuperación de Subproductos.....	115
9.16	Tecnologías de Tratamiento Aplicables para el Reuso de Agua de Desecho	116
13.1	Filosofía de Excelencia Ambiental Corporativa.....	244
13.2	Análisis del Ciclo de Vida del Producto.....	245
13.3	Administración de Calidad Total y la Prevención de la Contaminación.....	246
13.4	Uso de Tecnologías Limpias.....	247
13.5	Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental.....	248
13.6	Innovación Tecnológica y Empresarial.....	250
13.7	Resultados de la Empresa G.....	251
13.8	Elementos del Modelo SAEA.....	253
13.9	Avance General del Programa de "Responsabilidad Integral".....	262
13.10	Avance por Códigos de Prácticas Administrativas – ANIQ.....	263
13.11	Comparación de las Empresas Encuestadas con el Modelo SAEA..	265
13.12	Comparación entre una Empresa Líder y las Encuestadas.....	266
13.13	Comparación de BP Amoco con el Modelo SAEA.....	268

Lista de Siglas y Acrónimos

ACT- Administración de la Calidad Total

AICHE- American Institute of Chemical Engineers

ASS- Ambiente, Salud (Ocupacional) y Seguridad (Industrial)

BP- British Petroleum

BS- British Standards

CAD- Computer Aided Design

CAM- Computer Aided Manufacture

CEM- Continuous Emissions Monitoring

CFC's- Clorofluorocarbonos

CIC- Cámara Internacional de Comercio

CMA- Chemical Manufacturers Association

CNA- Comisión Nacional del Agua

COMMS- Computerized Maintenance Management Systems

CONAGUA- Comisión Nacional del Agua

COV's- Compuestos Orgánicos Volátiles

DBO- Demanda Bioquímica de Oxígeno

DCO- Demanda Química de Oxígeno

DCS- Distributed Control System

DFE- Design for the Environment

DFX- Design for X

DOF- Diario Oficial de la Federación

EHS- Environment, Health, and Safety

EPA- Environmental Protection Agency

HCFC's- Hidroclorofluorocarbonos

HSE- Health, Safety and Environmental (Performance)

INE- Instituto Nacional de Ecología

ISA- Instrument Society of America

ISO- International Standardization Organization

LAN- Local Area Network

LCA- Life Cycle Assessment

LGEEPA- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

MIMS- Membrane Introduction Mass Spectrometry

NAFTA- North American Free Trade Agreement

NOx- Óxidos de Nitrógeno

OCDE- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

ODS- Ozone Depleting Substances

OECD- Organization for Economic Cooperation and Development

OIT- Organización Internacional del Trabajo

OPPT- Office of Pollution Prevention and Toxics

OSHA- Occupational Safety & Health Administration

PC- Prevención de la Contaminación

PEMEX- Petróleos Mexicanos

pH- potencial de Hidrógeno

PLC- Programmable Logic Controller

PNUMA- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PP.- Pollution Prevention

PROFEPA- Procuraduría Federal de Protección del Ambiente

SAEA- Sistema de Administración Estratégica Ambiental

SCADA- Supervisory Control and Data Acquisition System

SCS- Scientific Certification Systems

SDT- Sólidos Disueltos Totales

SEDESOL- Secretaría de Desarrollo Social (1992 – 1994)

SEDUE- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1982 – 1992)

SEMARNAP- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1995-2000)

SEMARNAT- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001-)

SMART- Synthetic Method Assessment for Reduction Techniques

SNR- Sistema Nacional de Refinación

SST- Sólidos Suspendidos Totales

TQM- Total Quality Management

UNCED- United Nations Conference for the Environment and Development

Presentación

La presente tesis doctoral versa sobre un modelo organizacional de desarrollo sustentable aplicado a la industria química. Consta de 14 capítulos.

Los Capítulos 1 al 3 presentan la introducción, antecedentes y los límites del conocimiento actual de la temática relativa a la contaminación ambiental provocada por la industria. En el Capítulo 4 se expone una visión general sobre la legislación ambiental, en el contexto internacional y nacional. Es en el Capítulo 5 donde se propone el modelo integral de administración estratégica ambiental, enfatizando la importancia del desarrollo sustentable, y explicando los elementos que conforman dicho modelo: filosofía de excelencia ambiental corporativa, análisis del ciclo de vida del producto, vínculo entre la administración de calidad total y la prevención de la contaminación, uso de tecnologías limpias, productos ecológicos y mercadotecnia ambiental, e innovación tecnológica y empresarial. Cada uno de los citados elementos se analiza con amplitud en los Capítulos 6 al 11. En el Capítulo 12 se proponen la hipótesis y los objetivos de investigación a alcanzar, y se plantea la metodología a aplicar. Corresponde al Capítulo 13 mostrar los resultados logrados de la investigación. Se analizaron seis empresas grandes del sector químico mexicano; adicionalmente, se evaluó de manera global a la Asociación Nacional de la Industria Química por ser el organismo que reúne a las compañías químicas más importantes de México. También se hizo una evaluación internacional de tres de las empresas mundiales más destacadas en el cuidado del medio ambiente, habiendo seleccionado una de ellas para efectuar un análisis comparativo de tipo cualitativo (benchmarking) contra cada una de las compañías mexicanas encuestadas, así como para compararla contra el modelo propuesto. Finalmente, en el Capítulo 14 se dan a conocer las conclusiones generales y específicas derivadas de la investigación realizada.

Es indispensable hacer algunos comentarios sobre la metodología empleada en la investigación, se trata de una herramienta original concebida por el autor de tipo exploratoria y semicualitativa que está integrada por un conjunto de cuestionarios guía, criterios de evaluación y un mecanismo de calificación; todos ellos ligados de manera directa con los elementos que constituyen el modelo integral de desarrollo sustentable. Incluye también la comparación de las empresas escogidas para la investigación contra una organización líder a nivel mundial en la prevención de la contaminación ambiental. Se efectuaron encuestas con directivos de las compañías químicas mexicanas seleccionadas con el propósito de aplicar la metodología descrita. En el anexo se muestran las herramientas utilizadas en la citada metodología de investigación.



INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

La sociedad moderna ha sido testigo viviente de la gran influencia e impacto que ha tenido la industria química en incrementar el bienestar de la humanidad y en brindar mejores opciones de vida al ser humano, al ofrecerle una gran diversidad de materiales y productos indispensables en artículos para el hogar, el vestido, el calzado, la vivienda, el transporte, la distracción, etc. Simplemente no se podría concebir la vida moderna sin la participación de la industria química (1).

Así pues, es innegable que la tecnología moderna ha proporcionado enormes beneficios a la población en casi todo el mundo: un mayor tiempo de vida, mejor vivienda y vestido, mayor facilidad de transportación, decremento en las labores manuales y mejor preparación. Sin embargo, existe una preocupación creciente en las relaciones que deben existir entre un desarrollo económico, un desarrollo industrial y un desarrollo ecológico armónicos que conduzcan a un desarrollo sustentable para la humanidad y su hogar, el planeta Tierra.

Por otro lado, también la sociedad actual es testigo de que durante la elaboración de productos químicos, se generan desechos y residuos que afectan al aire, agua y suelo del medio ambiente. Pero no sólo la aplicación de la tecnología en la producción de químicos genera contaminación, sino también la utilización de los productos intermedios y finales por parte de los respectivos usuarios (2), (3), (4).

En la profesión de ingeniería química se enseña que un proceso industrial consiste en una serie de operaciones, más apropiadamente expresado como una serie de operaciones unitarias (5). En la práctica, a dicho proceso se le alimentan materias primas y distintas formas de energía que después de sufrir ciertos cambios fisicoquímicos dan por resultado los productos deseados; pero además, se obtienen algunos subproductos y desechos. Cierta energía se utiliza en el proceso, otra se recupera y aprovecha, pero otra más se desperdicia. A su vez, ciertos materiales se recirculan en el mismo proceso, pero otros también se desperdician o se malgastan.

También en la vida real, hasta hace poco, se pensaba que la responsabilidad de los profesionales de la industria química consistía en producir dentro de especificaciones los productos demandados por el mercado, a veces sin importar mucho cuántos contaminantes se estaban enviando a la atmósfera, al arroyo, al río, al mar o al suelo. Se creía que la función del profesional terminaba en las chimeneas de los procesos o en los efluentes que se tiraban a un cuerpo receptor de agua.

En otras ocasiones en algunas empresas paraestatales, simplemente se producía por producir, para imponer récords de producción porque era lo que satisfacía a los directivos, sin importar el costo ecológico, ni tampoco el costo económico o la rentabilidad de las operaciones.

Es decir, se pensaba que no había relación directa entre la aplicación de la tecnología para transformar los materiales y la energía y el uso de innovaciones tecnológicas para evitar la contaminación ambiental en el ecosistema en particular. Se consideraban esferas diferentes a la producción y a la ecología. Además, no se pensaba que existiera relación alguna entre ecología y economía a escala local, regional o global.

Asimismo, es necesario resaltar que los directivos de la industria no reconocían que existiera un nexo estrecho entre una administración ambiental eficiente y un incremento en la competitividad de las empresas.

Analizado desde otro punto de vista, ¿cómo ha enfocado la industria su relación con el mundo exterior? Se ha orientado a satisfacer las necesidades de sus clientes, lo cual considera la piedra angular de su negocio. No obstante, el desarrollo industrial ha sido menos cuidadoso en identificar algunas de sus consecuencias a largo plazo de las formas a través de las cuales se satisfacen las necesidades de los clientes. Por ejemplo, la necesidad de ayer fue incrementar la producción de alimentos mediante la fertilización del suelo; la solución de ayer fue utilizar fertilizantes nitrogenados y fosfatados; el problema de hoy es la contaminación de ríos y lagos ocasionada por tales fertilizantes (6).

Es importante señalar que el tipo de relaciones como la anterior no fue el resultado del menosprecio de la industria hacia su mundo exterior. Al contrario, muchas de las soluciones propuestas representaron grandes mejoras que permitieron incrementar el nivel de vida de la población. Lo que ha venido faltando, sin embargo, ha sido el intento de relacionar la tecnología para satisfacer las necesidades de los clientes con la tecnología indispensable para evitar cualquier posible consecuencia ambiental con el corto o largo plazos.

En cuanto a la evolución de la regulación ambiental, es pertinente aclarar que en el ámbito mundial, desde principios de la década de 1970 empezaron a surgir las primeras reglamentaciones ambientales a nivel regional y nacional. Dichos estándares ambientales proliferaban en áreas tales como etiquetado ecológico, administración ambiental y análisis del ciclo de vida. En general, tales regulaciones eran inconsistentes entre sí y tenían el potencial de causar serios prejuicios en el mercado. Más aún, las inconsistencias creaban problemas mayores de uniformidad entre las empresas internacionales. Pero el punto culminante se dio en la Conferencia sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED, por sus siglas en inglés) organizada por las Naciones Unidas en Río de Janeiro en junio de 1992, cuando se solicitó a la Organización Internacional de Estándares (ISO) que se comprometiera a crear normas ambientales internacionales (8).

En un contexto general los niveles de población, economías y culturas de la humanidad actual están inextricablemente ligadas a la forma cómo se usan, procesan, disponen, recuperan o reciclan materiales y energía, y a los innumerables productos elaborados a partir de ellos.

Por la discusión anterior, es evidente que el planeta y su población se encuentran lejos de alcanzar un estado estacionario, pero también resulta claro que van marchando por un camino no sustentable. Con otras palabras, *la Revolución Industrial que hoy se conoce no es sustentable*. No se puede continuar malgastando materiales, recursos y energía en la misma forma que ahora se acostumbra.

Entonces se hace relevante analizar con mayor profundidad la manera cómo la industria química puede revertir su marcha de desarrollo no sustentable a través de la implantación de un sistema de administración estratégica ambiental que abata o minimice la contaminación ecológica.

Precisamente el objetivo primordial de la investigación actual reside en proponer un modelo integral de desarrollo sustentable que permita abatir de manera notable la contaminación ambiental generada por la industria química en su conjunto. En el modelo que se planteará con mayor detalle en el Capítulo 5 se han amalgamado diversos enfoques generales y elementos que tienen gran impacto en la minimización de contaminantes al hacer un uso mucho más racional y eficiente de los distintos recursos materiales y energéticos empleados en la elaboración de productos; a la postre, esto conduce a lograr una mayor rentabilidad en las operaciones de las empresas, y por ende, se incrementa su productividad y competitividad en el mediano plazo. De forma general, el modelo propuesto se vuelve de carácter estratégico para las empresas que lo adopten por los beneficios explicados.

Asimismo, la investigación planteada en la presente tesis doctoral propone una metodología que permita a los ejecutivos de las empresas de la industria química mexicana disponer de una herramienta de fácil aplicación que posicione a su organización dentro de la problemática ambiental, identificando las áreas de oportunidad para prevenir la contaminación, a la vez que se mejora la competitividad en diversos departamentos de la propia empresa.



ANTECEDENTES

2 ANTECEDENTES

Siempre se generan desechos líquidos, sólidos o gaseosos durante la manufactura de algún producto. Además de crear riesgos ambientales, dichos desechos (o residuos) representan pérdidas de materiales valiosos y de energía en el proceso de producción y se requiere, por lo general, de hacer una inversión significativa para controlar la contaminación. Tradicionalmente, el control de la contaminación se ha realizado al "final del tubo", es decir, en la fase última del proceso, antes de enviar los desechos fuera de la planta o complejo industrial; el enfoque de administración que se ha aplicado requiere hacer gastos en mano de obra, energía, materiales y capital a fin de abatir la contaminación. Tal enfoque elimina los contaminantes de una fuente, tal como el agua de desecho, pero los coloca en alguna otra parte, como un río o un relleno sanitario.

Las circunstancias están cambiando: regulaciones más estrictas, gastos más altos por disposición de contaminantes, mayores costos de penalización y una mayor conciencia pública están ocasionando que los directivos en las empresas y los políticos en el gobierno empiecen a hacer un examen crítico de las tecnologías de control al "final del tubo". El valor de reducir los desechos durante el proceso de manufactura se ha vuelto evidente para muchas industrias. Las empresas químicas están buscando objetivos de administración ambiental más amplios, en lugar de concentrarse únicamente en el control de la contaminación. La reducción de los desechos no sólo es con frecuencia benéfica económicamente para una compañía, sino que también mejora la calidad del medio ambiente (7).

La reducción de desechos no es un concepto nuevo; ha estado presente casi desde que la gente empezó a elaborar productos. Incluso en los manuales antiguos de manufactura de productos se mencionan algunos métodos para reducir desechos, varios de dichos métodos han sido retomados por la literatura reciente. Además, muchos de tales métodos señalan el hecho que varias técnicas de reducción de residuos son relativamente de "baja tecnología". En alguna medida es cierto, ya que algunas empresas han encontrado que la aplicación de simples cambios operacionales, un mayor entrenamiento y la administración mejorada de inventarios pueden reducir significativamente las tasas de generación de desechos.

Las técnicas de reducción de residuos pueden aplicarse a cualquier proceso de manufactura, desde el más sencillo hasta el más complejo. Las técnicas disponibles varían desde cambios operacionales simples hasta la adquisición y utilización de equipos de recuperación con tecnología avanzada. Dichas técnicas pueden agruparse, por lo general, en cuatro categorías principales: 1) administración de inventarios, 2) modificación de procesos de producción, 3) reducción de volumen de desperdicios y 4) recuperación de desechos. Debido a que se trata de

una clasificación amplia, puede haber algún traslape entre los grupos. En la aplicación actual, las técnicas de reducción de desechos (o residuos) se utilizan de forma combinada a fin de conseguir el máximo beneficio al más bajo costo (8). A continuación se explica cada categoría, ilustrando con ejemplos sus bondades.

1) En cuanto a la administración de inventarios, un adecuado control de las materias primas, productos intermedios, productos finales y las corrientes de desecho asociados con la producción representa una técnica importante de reducción de desechos. En muchos casos, el desperdicio se refiere a materias primas que están envejecidas, fuera de especificación, contaminadas, o innecesarias; residuos derramados; o productos finales, que se encuentran dañados. El costo de disposición de estos materiales incluye no solamente el costo de disposición en sí, sino también el costo de las materias primas o productos perdidos. Este desperdicio puede representar una carga económica muy grande para muchas compañías.

2) El mejorar la eficiencia de un proceso de producción puede reducir significativamente la generación de desechos en la fuente u origen. De hecho algunas de las técnicas de reducción de residuos más efectivas están relacionadas con cambios sencillos y relativamente baratos, en los procedimientos de producción. Los métodos disponibles incluyen: (a) mejorar la operación actual y las prácticas de mantenimiento; (b) cambiar los materiales usados en producción; y (c) modificar el equipo existente o adquirir equipo más eficiente y más rentable (9).

3) En lo que concierne a reducir el volumen de desperdicios, los métodos consideran técnicas para separar desechos tóxicos, peligrosos y/o recuperables del total de las corrientes de desechos. Estas técnicas usualmente se emplean para incrementar la recuperación de materiales; para reducir el volumen de desperdicios, y por ende, disminuir los costos de disposición; o para aumentar las opciones de administración de desechos. Las técnicas disponibles van desde segregación simple de corrientes en la fuente hasta tecnología compleja de concentración.

4) La recuperación de desechos representa una alternativa altamente efectiva de la administración de desperdicios, y se encuentra orientada a reducir el impacto ambiental de las operaciones industriales. Las técnicas de recuperación de desechos pueden ayudar a eliminar los costos de disposición de desperdicios, a reducir los costos de materias primas y posiblemente a aportar ingresos derivados de la venta de algunos residuos.

El uso efectivo de la recuperación depende de la segregación de los desperdicios recuperables de otros desechos del proceso o de materiales extraños. La segregación asegura que el desperdicio no esté contaminado

y que la concentración de material recuperable se maximice. Algunas empresas han asignado la responsabilidad del manejo, colección y programa de recuperación del material de desecho a un solo departamento o compañía externa para asegurarse que se está alcanzando el valor máximo de recuperación del desperdicio. La recuperación del desecho puede tener lugar ya sea dentro de las instalaciones o fuera de ellas.

Hay un aspecto relevante que debe enfatizarse: la tecnología por sí sola no reducirá los desechos; debe ir acompañada de directivos, empleados, y trabajadores bien capacitados, motivados y deseosos de lograrlo. A diferencia de la administración convencional que aplica tecnología al "final del tubo", las estrategias exitosas de reducción de desechos dependen grandemente del involucramiento y convencimiento del personal más que de utilizar tecnología de tratamiento de "caja negra". Así que, el nivel de concienciación de directivos, empleados y trabajadores tendrá tanto impacto en el éxito del programa como la selección de tecnologías apropiadas.

A final de cuentas, la reducción de desechos depende de ver a los desechos de una manera diferente: no como algo que inevitablemente debe tratarse y disponerse, sino como lo que realmente es - una pérdida de materiales valiosos del proceso, cuya disminución puede traer beneficios económicos significativos para la industria química. *Por tanto, el abatimiento y prevención de desechos no es sólo una cuestión ambiental, sino también un factor de competitividad y de apertura de nuevos mercados mediante el mejor aprovechamiento de los recursos.*

Desafortunadamente, aún hoy en día, la creencia casi generalizada de muchos directivos de empresas es que limpiar el ambiente y prevenir la contaminación resulta bastante costoso, lo que conduce a mayores costos de operación y a obtener una menor competitividad: he aquí el lado negativo y pesimista. Es decir, el punto de vista prevaleciente es el de la ecología versus la economía. El lado positivo y optimista que debe ser promovido es el que busca un balance armónico entre la ecología, la economía y el uso ético de la energía a nivel industrial, incrementando así la eficiencia en la utilización de los recursos, y por tanto, la competitividad de las empresas.

La certificación de las normas ISO es considerada importante por muchas compañías que buscan colocarse en el mercado internacional con una mejora en su imagen. Asimismo, muchas empresas multinacionales dan una gran preferencia a subcontratistas que han sido certificados con las normas ISO, en particular con la serie ISO-9000 referente a estándares de calidad. Aunque apenas publicada en 1996, la serie ISO-14000 relativa a estándares de sistemas de administración ambiental ha atraído el interés de la industria química.

Puede comentarse que en América Latina el interés por las normas ISO-14000 está en aumento, destacando México, Brasil y Argentina, quienes cuentan con algunas compañías certificadas con el estándar ISO-14001 relacionado con la especificación para implantar un sistema de administración ambiental.

De forma concreta, puede señalarse que se tiene una aceptación creciente por las normas ISO-14000, las cuales son vistas como herramientas esenciales en el desarrollo de estándares internacionales ligados a sistemas de administración ambiental, etiquetado ecológico y análisis del ciclo de vida. Generalmente, se reconoce que tales estándares se requieren para promover la protección ambiental y el comercio internacional. Además, basados en su experiencia con las normas ISO-9000, los empresarios consideran que las normas ISO-14000 pueden usarse como armas de mercadotecnia a nivel nacional y mundial para incrementar su base de consumidores como resultado de su imagen como empresa "amigable con el medio ambiente". Se considera que la industria química también puede ganarse un crédito sólido adoptando las políticas y sistemas ambientales propuestos por las normas ISO-14000, con el consiguiente aumento en imagen y competitividad.

En el mundo actual de globalización y alta competitividad, las empresas deben adoptar e implantar técnicas que disminuyan los costos de manufactura, pero manteniendo altos estándares en sus productos. Los métodos de producción que eliminen o abatan la generación de residuos presentarán las mejores ventajas. Sin embargo, debe nuevamente resaltarse que la reducción de desechos no es sólo aplicar tecnología; sino también emplear métodos innovadores en la administración estratégica de las empresas. *La tecnología por sí soia no reducirá los residuos - debe ir acompañada de la concienciación e involucramiento de todo el personal de la compañía* (10), (11), (12), (13). Se trata de encontrar un nuevo paradigma que relacione la aplicación de tecnologías limpias con las exigencias del mercado mediante el florecimiento y uso de la innovación empresarial.



FRONTERAS DEL CONOCIMIENTO ACTUAL

3 FRONTERAS DEL CONOCIMIENTO ACTUAL

Muchas empresas de países industrializados y algunas de países en desarrollo están en vía de implantar una nueva estrategia de protección ambiental basada en la prevención de la contaminación, el uso de tecnologías limpias y el desarrollo de productos responsables y amigables con el medio ambiente. La estrategia propuesta requiere de la participación plena y agresiva de la innovación, tanto tecnológica como empresarial, de cada negocio y sector industrial. A su vez, las compañías que se decidan a participar obtendrán beneficios de los nuevos mercados ecológicos que aparecerán. De una forma global, la nueva estrategia ambiental es también indispensable para lograr un desarrollo y crecimiento económicamente sustentable (8), (14), (19), (23).

Una tranquila pero profunda transformación está ocurriendo en el campo de la protección ambiental en las empresas: El cambio de un enfoque tradicional orientado predominantemente al control de la contaminación, el tratamiento al "final del tubo", por uno que enfatice la inversión de capital en el largo plazo que redunde en prevención, ingresos y ventaja competitiva; el cambio de una visión miope, donde la protección ambiental forma parte del plan de negocios como algo que hay que atender para cumplir con la normatividad vigente, a uno donde el cuidado ambiental se vuelve estratégico y constituye en elemento medular de la misión y visión corporativas de la empresa; el cambio del punto de vista de dejar de contaminar en el límite de baterías de la planta de proceso por uno donde el cuidado ambiental, la salud ocupacional y la seguridad industrial (EHS-Environment, Health and Safety) sean prioridades estratégicas en la mente de los directivos de las empresas modernas (24), (25), (27), (28), (29), (30).

Países desarrollados como los Estados Unidos han promovido programas de prevención de la contaminación a nivel nacional mediante el Acta de Política Nacional Ambiental (1969/1970), Acta de Prevención de la Contaminación (1990), Acta del Aire Limpio (1970, 1977, 1990) y otras similares. En el fondo, el concepto básico es sumamente simple: cambiar en las empresas, y sociedad en general, la forma en que se utilizan materiales y tecnologías para elaborar productos junto con la realización de otras actividades es mejor que tratar de controlar los contaminantes y manejar los desechos después de que han sido generados. La visión es la de llegar a tener una sociedad altamente industrializada que emplee tecnologías limpias, materias primas no tóxicas y productos "verdes" o ecológicos para reducir y eliminar las amenazas a los recursos naturales, la salud humana y la capacidad de alcanzar un desarrollo sustentable para el planeta (6), (7), (10).

La mayoría de las empresas en la industria química realizan inversiones en programas tradicionales del "final del tubo", lo que significa hacer gastos en el control de la contaminación más que en la prevención de la misma. El problema es que el control de la contaminación al "final del tubo" y el manejo de desechos es lo que la industria debe hacer para cumplir con las leyes y reglamentaciones ambientales, mientras que la prevención de la contaminación es lo que debería hacer porque ofrece una mejor protección ambiental y porque es la que le brindará ganancias y competitividad en el largo plazo.

El mensaje para la industria es que los organismos públicos y gubernamentales demandan una reducción amplia y una eliminación de toda clase de desechos, contaminantes y productos tóxicos. Para los directivos de la industria significa un cambio fundamental en la forma de pensar acerca de los problemas, leyes y reglamentaciones ambientales ligados al negocio.

En el pasado reciente, y todavía en el presente actual para muchas empresas, se trataba de costos y obligaciones que eran vistos como amenazas para el negocio. Ahora deben visualizarse como oportunidades en el negocio dentro de un contexto de mercados globales.

Es válido pensar que en países como el nuestro, México, tomará todavía varios años llegar a implantar programas de prevención de la contaminación en la industria química. No obstante, algunas compañías visionarias y progresivas con una administración superior comprenderán con anticipación que se trata de un cambio histórico en lugar de reacción y control a uno de prevención.

Los primeros intentos por disponer de una regulación ambiental apropiada en México se dieron durante la década de 1970, habiéndose tenido una respuesta institucional seria hasta fines de los 80's, y habiéndose incrementado durante los últimos años. Se puede decir que el sistema nacional regulador presenta dos características prominentes: una regulación con énfasis en ordenar y controlar (command-and-control), y otra con un enfoque multi-institucional para realizar monitoreo y ejecución. Bajo la regulación de ordenar y controlar, el comportamiento ambiental de las empresas contaminantes se evalúa de acuerdo al cumplimiento con numerosas licencias y permisos otorgados para cada planta industrial.

En cuanto al enfoque de administración multi-institucional, diferentes aspectos del control de la contaminación industrial son responsabilidad de diversas agencias dentro de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Las principales agencias son el Instituto Nacional de Ecología (INE), responsable del monitoreo de emisiones atmosféricas y tóxicas; la Comisión Nacional del Agua (CNA), con responsabilidad similar para emisiones en el agua; y la Procuraduría Federal de Protección al

Ambiente (PROFEPA), que tiene a su cargo las inspecciones en plantas y la ejecución de todas las regulaciones ambientales. Durante los 90's, la PROFEPA expandió sus actividades de unas cuantas inspecciones al año a varios miles.

La regulación ambiental mexicana continúa evolucionando rápidamente, lo cual refleja un grado de conciencia superior respecto a los problemas de contaminación y a la posición de México en el contexto internacional, lo que le ha valido positivamente para negociar los diversos tratados económicos y comerciales como NAFTA y para ingresar al círculo de la OECD. También la norma ISO-14001 está recibiendo una atención creciente por parte del sector industrial. Debe mencionarse que la empresa Altos Hornos de México en 1997, fue la primera compañía mexicana que obtuvo la certificación ISO-14001 para una parte de sus operaciones. Desde entonces, varias empresas grandes, tanto domésticas como extranjeras han seguido el ejemplo. El interés por los sistemas de administración ambiental ha llegado a SEMARNAT, la cual ha incorporado un sistema de este tipo en su proceso regulador. Asimismo, ha crecido el atractivo por parte de los industriales por conseguir la certificación de "Industria limpia" que otorga la PROFEPA.

Realmente, sería útil para los directivos industriales entender que existen tres niveles dentro del movimiento de prevención global de la contaminación, a saber:

1. **Productos:** Cambiando su diseño, composición y empaque para ofrecer beneficios ambientales; y creando productos totalmente nuevos que substituyan a los antiguos.
2. **Materiales:** Cambiando los materiales usados en la industria para reducir el uso de sustancias tóxicas en los procesos y que pueden presentarse también como productos.
3. **Manufactura:** Haciendo mejoras en todos los procesos, tecnologías, operaciones y procedimientos para reducir y eliminar la generación de todos los desechos en la fuente.

Las compañías comprometidas con la prevención de la contaminación deberán embarcarse en un camino que permita reexaminar y remodelar la empresa completa: Desde los productos que elabora hasta las tecnologías que utiliza para fabricarlos, hasta las materias primas en las que basa su producción, y aún la forma en la que comercializa los productos y decide acerca de nuevas adquisiciones e inversiones. Para lograr lo anterior, se requiere una manera novedosa de pensar acerca de la prevención ambiental, se hace necesario establecer un Sistema de Administración Estratégica Ambiental dentro de la empresa, cuyo modelo organizacional es el propósito fundamental de la presente investigación propuesta (13), (14), (15), (16), (17), (21).

A la fecha, el problema reside en que en la literatura internacional se ha publicado y propuesto una amplia variedad de métodos y programas para abatir la contaminación industrial, para tratar de prevenirla, para recuperar y reducir desechos tóxicos y peligrosos, para diseñar el ciclo de vida de productos, para ligar la calidad al cuidado ambiental... pero se carece de un modelo organizacional que permita formular, planear, organizar, dirigir y controlar un Sistema de Administración Estratégica Ambiental (SAEA) en las empresas mexicanas de la industria química que las conduzca hacia un desarrollo sustentable en el largo plazo (26), (30), (31), (32), (33), (34).

Aquellos directivos que lleguen a considerar que la implantación de un SAEA será un gran estímulo para alcanzar la reestructuración y modernización de la industria en el ámbito global, serán aquellos que obtendrán los mayores beneficios en el futuro próximo. Aquí debe enfatizarse que la prevención de la contaminación representa un paso importante en la dirección correcta, pero al final del camino los ejecutivos deben aprender a administrar de manera estratégica las cuestiones ambientales en términos de aumento en la competitividad de sus empresas. Deben cambiar su atención para considerar los costos de oportunidad de la contaminación – recursos, materiales y esfuerzo desperdiciados, así como un valor disminuido del producto hacia el cliente. En el modelo propuesto del SAEA la mejora ambiental y la competitividad van de la mano.



PANORAMA GENERAL SOBRE LEGISLACIÓN AMBIENTAL

4 PANORAMA GENERAL SOBRE LEGISLACIÓN AMBIENTAL

Han transcurrido tres décadas desde que se empezó a dar una importancia relevante al cuidado del medio ambiente en foros internacionales, con el propósito de declarar políticas nacionales y regulaciones ambientales que promovieran una armonía productiva entre las actividades del ser humano y la naturaleza; así como impulsar esfuerzos para prevenir o eliminar el daño al ambiente y a la biosfera, a la vez que se estimulara la salud y el bienestar de la humanidad; y también para enriquecer la comprensión de los sistemas ecológicos y los recursos naturales presentes en el planeta.

4.1 Las Naciones Unidas y el Medio Ambiente

Fue durante la Conferencia de Estocolmo, Suecia en 1972, que se habló abiertamente sobre la importancia del Medio Ambiente; también en ese año, el 5 de junio quedó establecido como el Día Mundial del Medio Ambiente, y la residencia del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) se fijó en Nairobi, Kenya. Los principales objetivos del PNUMA son promover la cooperación internacional en el campo del medio ambiente; mantener bajo revisión el estado del medio ambiente global; llamar la atención sobre los problemas ambientales emergentes de amplia significación y promover el intercambio de información ambiental.

Un importante elemento en el programa es fomentar la cooperación entre Estados con problemas comunes que están más allá de la jurisdicción de gobiernos individuales, tales como la contaminación de mares regionales.

Al reconocer que los objetivos del programa no podrían ser alcanzados sin una activa participación de la industria, el PNUMA ha establecido un proceso consultivo permanente con expertos de los gobiernos, industrias y organizaciones internacionales. La Oficina del Medio Ambiente e Industria del PNUMA en París ha revisado en cooperación con sus socios industriales los aspectos ambientales de los principales sectores industriales y agroindustriales; al respecto ha publicado revistas y manuales en los que señala los diversos lineamientos que deben efectuarse en pro del medio ambiente.

El Consejo de Gobierno del Programa ha enfatizado recientemente la necesidad de proveer recursos adicionales para apoyar a los países en vías de desarrollo en donde se ha hecho sentir más este problema. Esto marca una nueva orientación en las actividades del PNUMA.

En la historia reciente quedan registrados dos momentos fundamentales posteriores a la Cumbre en Materia Ambiental celebrada en Estocolmo (1972); en la primera década (1972-1981) su actividad se enfocó principalmente a la evaluación ambiental, en tanto que en la segunda (1982-1991) se centró en establecer lineamientos para que todos los países miembros de la ONU definieran sus políticas de desarrollo basados en una racional administración ambiental.

A fines de 1980, la Asamblea General de las Naciones Unidas lanzó su tercera década para implementar futuras acciones con una estrategia internacional para el desarrollo, enfatizando, entre otras cosas, las principales preocupaciones ambientales tales como: desarrollo ambiental sostenido y adecuado; administración ecológicamente racional de los recursos renovables y el uso no destructivo de los no renovables; una evaluación de los costos y beneficios de las medidas de protección ambiental.

En 1982, al conmemorar el décimo aniversario de la Conferencia de Estocolmo, la comunidad mundial de naciones reafirmó solemnemente en la Declaración de Nairobi, su compromiso con los principios y objetivos del Plan de Acción de Estocolmo, así como el fortalecimiento y expansión de los esfuerzos nacionales y de cooperación internacional en el campo de la protección ambiental. Particularmente significativo para las organizaciones de empleadores y cámaras industriales es el párrafo 19 de esta Declaración: "La prevención del daño al medio ambiente es preferible a la molesta reparación del daño ya hecho". La acción preventiva debiera incluir la planeación adecuada de todas las actividades que tienen impacto sobre el medio ambiente. Es importante establecer la preocupación pública y política sobre la necesidad de preservar un medio ambiente equilibrado, a través de la educación, la información y la capacitación; de modo que permitan mantener un equilibrio entre la sociedad y el medio ambiente, aunado a una acción legislativa oportuna y adecuada, al respecto será de gran trascendencia para que las empresas nacionales incluyendo las transnacionales se sujeten a los lineamientos expuestos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en el momento de adoptar tecnologías de producción industrial o cuando las exporten a otros países.

El programa sistemático establecido a mediano plazo sobre Medio Ambiente (1984-1989), fue elaborado conjuntamente por las diversas agencias del sistema de Naciones Unidas y se adoptó por el Consejo de Gobierno del PNUMA en mayo de 1982, quien definió estrategias y programas ambientales con vistas a recoger e integrar las preocupaciones sobre el medio ambiente en sus programas de cooperación técnica, el Órgano de Gobierno de la OIT se adhirió a este programa en noviembre de 1982. En dicho programa se enfatizan los aspectos administrativos a cuidar durante el proceso de la industrialización, el transporte y la necesidad de minimizar sus impactos ambientales negativos; además se

destaca la capacitación ambiental como una estrecha colaboración que debe llevarse a cabo entre los gobiernos, la industria y la fuerza de trabajo, con el fin de promover un sano desarrollo industrial que sea sustentable en el largo plazo.

La participación formal de la Cámara Internacional de Comercio (CIC), en los asuntos ambientales internacionales comenzó con el Congreso de Viena en 1971, teniendo como lema central "Ciencia y tecnología"; y siendo una de sus conclusiones principales enfatizar en las responsabilidades ambientales de la industria mundial. Posteriormente la CIC estableció de manera formal un comité *ad hoc* sobre medio ambiente, el cual fue transformado en una comisión permanente para el año de 1979.

En la década de los ochenta, la CIC presentó al PNUMA un informe sobre Energía y Medio Ambiente y una declaración que enfatizaba la necesidad de cooperación más estrecha entre las empresas y los gobiernos para evaluar el impacto del desarrollo industrial y la necesidad de integrar nuevas normas ambientales a los procedimientos globales de planeación sobre el tema.

En 1982, la CIC reafirmó la disposición de sus industrias agremiadas para participar activamente en la cooperación internacional dentro del campo del medio ambiente e insistió en el papel vital de la industria en la definición de problemas, la fijación de prioridades y, que gracias a su experiencia, se podrían encontrar soluciones prácticas viables. Además se resaltó que la buena administración del medio ambiente y la persecución del crecimiento económico eran interdependientes y para tal fin la industria tomó medidas técnicas preventivas, así como el reciclado de desperdicios y la aplicación de tecnologías de baja generación de desechos. Asimismo, la Conferencia recomendó que los países industrializados suministraran asistencia técnica para la protección del medio ambiente a las naciones del tercer mundo.

4.2 Legislación en materia ambiental en México

Sobre legislación en materia ambiental cabe destacar que en la fracción IX del Artículo 27, que se presentó ante el Congreso Constituyente, encargado de elaborar la Constitución promulgada el 5 de febrero de 1917, se señala que: "La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular la propiedad privada y el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de aprobación, hacer una distribución más equitativa de la riqueza pública y para cuidar su conservación", pero es hasta el 12 de marzo de 1971, cuando el Congreso de la Unión, expide la primera Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación

Ambiental, ante el imperativo de contar con un instrumento jurídico destinado a regular los problemas ambientales.

En 1982, con el fin de conducir y formular las políticas generales de ecología y saneamiento ambiental, establecer los criterios de los recursos naturales y pesqueros, la calidad del medio ambiente, la Cámara de Senadores, expone los motivos de reforma y adiciones a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, misma que al ser aprobada se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 29 de diciembre de 1982, en donde aparece por primera vez el nombre de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), cuyo Reglamento Interior se da a conocer en el periódico oficial el 19 de agosto de 1985.

Diversos artículos de la Ley Ambiental de 1971, sufrieron reformas en 1981 DOF del 11 de diciembre de 1982, DOF del 3 de diciembre de 1983 y en el DOF del 27 de enero de 1984; pero es hasta el 3 de noviembre de 1987, cuando el Ejecutivo Federal, expone los motivos que llevaron a una profunda revisión de la multicitada Ley, misma que derivó en la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.

Por decreto del Ejecutivo Federal, el Diario Oficial de la Federación publica el 25 de mayo de 1992, la sustitución de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología por la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) y en el mismo Diario el 6 de junio también de 1992; se da a conocer el Reglamento Interior de la citada Sedesol, y además se publica el acuerdo por el que se adscriben orgánicamente las unidades administrativas de la nueva secretaría de estado. En el Reglamento Interior quedan tipificados como órganos desconcentrados: el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Un nuevo decreto de adiciones y reformas así como derogaciones de disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública en el Diario Oficial de la Federación del 28 de diciembre de 1994 dieron vida a la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), la que se encargó de conducir, entre otros asuntos, la política ambiental de México; el Reglamento Interior de esta Secretaría, se publicó en el Diario Oficial de la Federación del 8 de julio de 1996.

Posteriormente, al inicio del sexenio del Lic. Vicente Fox se reestructuró la SEMARNAP para dar lugar a la actual Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual está constituida por tres subsecretarías: de planeación, de recursos naturales, y de normalización y fomento; así como por los órganos administrativos desconcentrados siguientes: Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua,

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

El Instituto Nacional de Ecología (INE) tiene, entre otras atribuciones, las de formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de ecología y protección del medio ambiente, para asegurar la conservación y restauración de los ecosistemas, así como su aprovechamiento y desarrollo sustentable. Asimismo, es responsable de llevar a cabo el ordenamiento ecológico del territorio nacional, en coordinación con las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal y municipal.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) actúa de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. El Director General del CONAGUA preside el Consejo Técnico del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

La Procuraduría General de Protección al Ambiente es la encargada de vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables relacionadas con la prevención y control de la contaminación ambiental, los recursos naturales, los bosques, la flora, la fauna silvestre, terrestre y acuática; en cuanto a pesca se determina la zona federal marítima terrestre, playas marítimas, terrenos ganados al mar y a cualquier otro depósito de aguas marítimas, áreas naturales protegidas, así como el establecimiento de mecanismos, instancias y procedimientos administrativos que procuren el logro de tales fines.

No cabe duda de que en materia de la legislación ambiental mexicana, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es la más relevante y está dedicada a preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como a la protección al medio ambiente en el territorio nacional. Las modificaciones a dicha Ley fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1996, cuyo antecedente data de 1988. Los rubros más importantes de actualización en la citada Ley han sido en: el derecho a la información ambiental, los delitos ambientales, la participación ciudadana, la contaminación en aire y suelos, los instrumentos de política ambiental, el ordenamiento ecológico del territorio, la evaluación del impacto ambiental, los instrumentos económicos, los residuos peligrosos, la educación ambiental, la biodiversidad y áreas naturales protegidas, y el aprovechamiento sustentable del agua.

En la figura que sigue en la página siguiente se ilustra la pirámide existente en México en materia de legislación ambiental, partiendo de las normas mexicanas hasta llegar a su vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

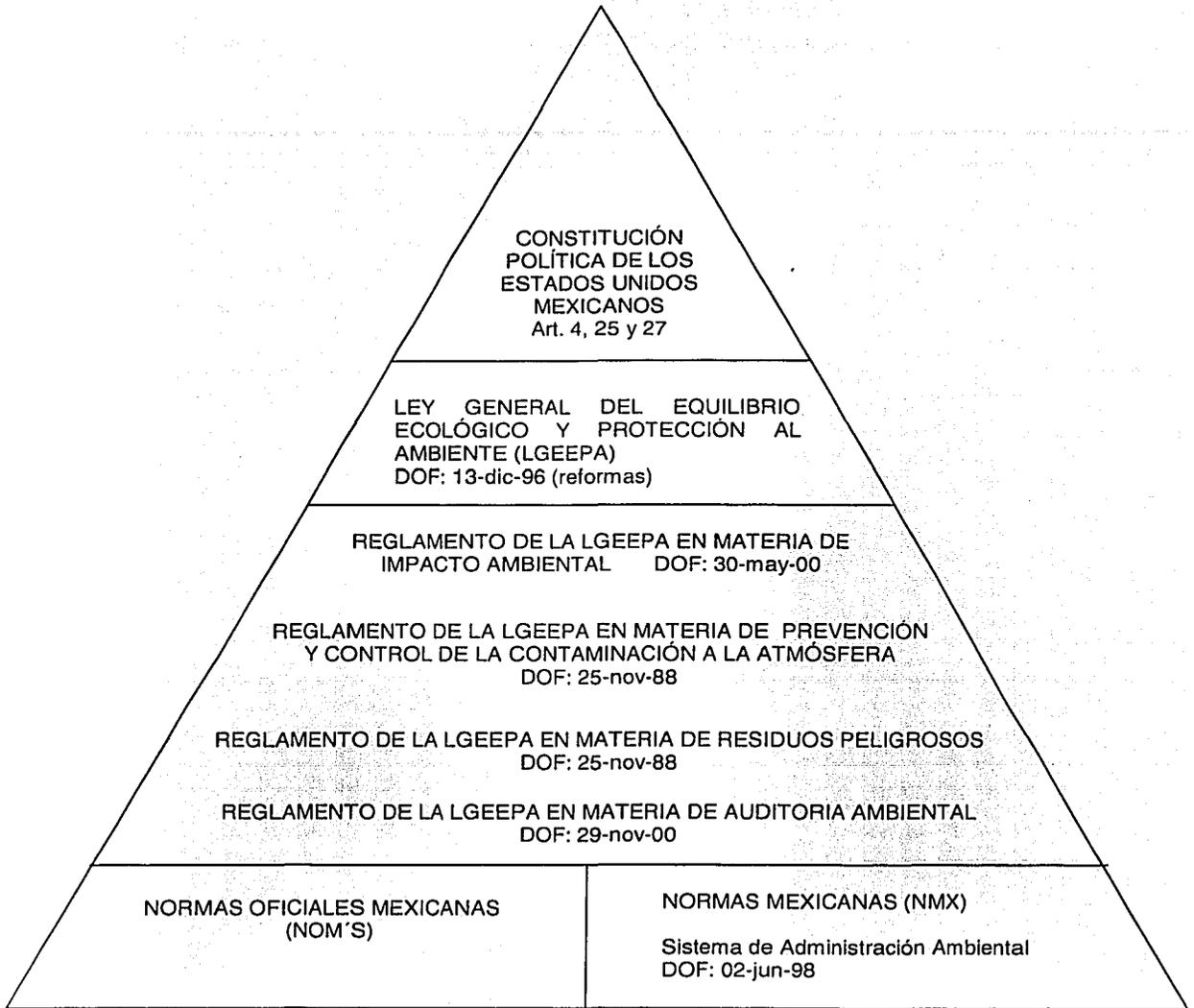


Figura 4.1 Estructura de la Legislación Ambiental Mexicana

Fuente: CALMECAC – Curso sobre Legislación Ambiental, 2001.

Aquí debe mencionarse que la estructura de la legislación ambiental descrita se tomará como marco legal de referencia en materia ecológica y servirá para centrar a los elementos que constituyen el modelo integral de desarrollo sustentable que se describirá en el Capítulo 5. Las distintas normas, reglamentos y leyes vigentes en materia ambiental definen el campo de acción bajo el cual pueden operar las empresas del sector productivo mexicano. Sin embargo, habrá que aclarar desde este momento que el modelo propuesto en la presente investigación está diseñado bajo un enfoque dinámico y suficientemente flexible que le permitirá ajustarse a los futuros cambios que se vayan dando en la normatividad ambiental mexicana. Es decir, tal modelo no quedará restringido en ningún momento en el tiempo a las restricciones futuras que se darán en los próximos años en materia ambiental.

Habrá que enfatizar también que la legislación ambiental tiene un papel importante en la motivación dirigida a los directivos de las empresas en el sentido de inducirlos a abatir y prevenir la contaminación ecológica, lo cual es muy acorde con lo que se propone en el presente modelo.



MODELO DE DESARROLLO SUSTENTABLE

5 MODELO DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Durante los últimos 13 años ha estado ocurriendo una profunda transformación en la forma de actuar sobre los aspectos ambientales, de seguridad y salud ocupacional. De manera creciente, son cada vez más y más los directivos de alto nivel de las empresas que se interesan sobre dichos aspectos relacionados con la competitividad de sus organizaciones. Un estudio de la firma de consultoría Mc Kinsey & Company realizado en 1991, consistente en haber practicado encuestas a directivos de 400 empresas reveló que el 92% de los ejecutivos entrevistados coincidió en que "el desafío ambiental será uno de los temas centrales del siglo 21". Un año antes, durante el Foro Económico Mundial de 1990, 650 directivos y líderes de la industria y el gobierno catalogaron al medio ambiente como el reto número uno al que debería enfrentarse la industria en el futuro próximo.

Los aspectos del desarrollo sustentable – un concepto que integra el éxito económico, la calidad ambiental y la responsabilidad social - están cada vez más presentes en las mentes de los directivos de las compañías en el mundo. Pero por otro lado, también es cierto que muy pocos directivos saben cómo capitalizar el valor del negocio a través del desarrollo sustentable, particularmente en el corto plazo.

5.1 La Importancia del Desarrollo Sustentable

El término de *desarrollo sustentable* implica como un nuevo modelo de desarrollo económico, ambiental y social el hecho de "satisfacer las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para que satisfagan sus propias necesidades". La profundidad misma del concepto implica que cualquier movimiento verdadero hacia el desarrollo sustentable no será sólo de carácter ambiental; significará cambios profundos en los sistemas económicos, políticos y sociales. Requerirá de una revolución, un cambio en la civilización de uno basado en el consumo de los recursos y la competencia en el corto plazo a uno basado en la conservación de los recursos y la equidad entre las generaciones.

El sector industrial tiene bastante que ofrecer en la búsqueda del camino hacia el desarrollo sustentable. Desde el informe conocido como "Nuestro Futuro Común" de 1987 editado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, se identificó como uno de los requisitos para alcanzar el desarrollo sustentable el contar con sistemas de producción en armonía con el medio ambiente que promuevan modelos sustentables de los negocios y el comercio (24).

Desde una perspectiva de negocios, el desarrollo sustentable implica fundamentalmente un nuevo enfoque no sólo de la relación entre la

economía y el medio ambiente, sino también en la naturaleza misma del desarrollo económico. Implica, entre otras cosas:

- *Un cambio de crecimiento a desarrollo.* El crecimiento significa que las cosas se hagan más grandes. Pero cuando los sistemas se desarrollan, se vuelven mejores, más eficientes. Ciertamente, el crecimiento será necesario para satisfacer las necesidades de la población creciente. Pero tiene que desvincularse el crecimiento de la degradación ambiental.
- *Un cambio que involucre más eficiencia en el uso de los recursos naturales,* especialmente los energéticos.
- *Un cambio hacia una economía de oportunidad,* que facilite el acceso a los mercados y a las capacidades tecnológicas. Esto incluye mejor acceso al crédito, a los mercados, a tecnologías apropiadas, tanto para individuos como para naciones.
- *Un cambio hacia una economía de conservación de los recursos,* que incentive la integración de los valores ambientales en las prácticas de los negocios.
- *Un cambio hacia una economía que promueva la inversión en el largo plazo,* más que la maximización de ganancias en el corto plazo.
- *Un cambio hacia una cultura del ahorro,* donde no exista el dispendio de recursos naturales, en lugar de un consumismo irracional de los mismos. Esto aplica tanto a las personas, como a las empresas y los gobiernos.

No obstante, aún el día de hoy, algunos gobernantes y ejecutivos de compañías consideran que no es posible lograr el éxito en sus negocios acompañado del cuidado al medio ambiente. Los principios del desarrollo sustentable indican lo opuesto; *la competitividad de las empresas y el medio ambiente deben ir de la mano.* Las organizaciones que adopten la filosofía del desarrollo sustentable serán las que logren el mayor y más rápido progreso, convirtiéndose en los líderes del mañana. ¿Por qué?

- Los clientes están demandando productos más limpios.
- Los bancos están más deseosos de prestar a compañías que practiquen la prevención de la contaminación, en lugar de pagar por la limpieza o remediación.
- Las compañías de seguros están más dispuestas a proteger a las empresas limpias o ecológicas.

- Los empleados prefieren trabajar para organizaciones comprometidas con el cuidado del medio ambiente.
- Las regulaciones ambientales se vuelven más estrictas.
- Nuevos instrumentos económicos – impuestos, cargas fiscales y permisos de comercialización - están recompensando a las empresas limpias.

Todas las tendencias anteriores, que se acelerarán a medida que la ciencia ofrezca más evidencia sobre el daño ambiental al planeta, significan que adoptar *la filosofía del desarrollo sustentable ayudará a mejorar la rentabilidad y competitividad de las empresas.*

5.2 Modelo Propuesto para la Industria Química

La presente tesis doctoral tiene como uno de sus propósitos claves proponer un modelo integral de administración ambiental que con un enfoque estratégico considere los distintos elementos más importantes que hasta ahora se han venido manejando en la literatura y en la práctica profesional de forma independiente, y que están relacionados con la manera de aprovechar mucho mejor los recursos en la empresa a fin de minimizar el impacto ecológico de las operaciones, a la vez que se logra un aumento en la competitividad.

Antes de proceder a proponer el modelo de administración ambiental para la industria química, será indispensable hacer algunas definiciones de los conceptos clave que soportan al propio modelo. De acuerdo al Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española en su 21ª edición (1992), se define a “modelo” y “sistema” como sigue:

“*Modelo*- Esquema teórico de un sistema o de una realidad compleja (por ejemplo, la evolución económica de un país), que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento”.

“*Sistema*- Conjunto de elementos o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí”. Implica la interacción de los elementos para cumplir con un objetivo compartido.

Lo que se está proponiendo es un “Modelo organizacional de un sistema de administración estratégica ambiental para la industria química orientado al desarrollo sustentable”. Es decir, se trata de un esquema teórico de un sistema o conjunto de elementos referido a las organizaciones, que se formula para facilitar la comprensión y el estudio del impacto ambiental en la industria química con un enfoque estratégico y dentro de un contexto

dado por la filosofía del desarrollo sustentable. Tal vez sea necesario definir lo que aquí se entiende por estrategia desde el punto de vista empresarial, y para ello se recurre a la definición dada por Johnson y Scholes en su libro "Exploring Corporate Strategy" editado en 1993 por Prentice Hall:

"Estrategia- Dirección y alcance de una organización en el largo plazo; idealmente aquélla que iguala sus recursos al entorno cambiante, y en particular a sus mercados y clientes, a fin de satisfacer las expectativas de las instituciones y personas vinculadas a la empresa".

Por tanto, en el mismo modelo propuesto se establece un *cambio de estrategia*, o sea de rumbo en el largo plazo, pasando de un enfoque tradicional de tratar de controlar la contaminación al "final del tubo", a uno donde *el cuidado del medio ambiente se vuelve vital para la empresa* porque la ayuda a buscar un balance armónico entre la prevención de la contaminación y los resultados de imagen, comerciales y financieros; lo cual está en plena comunión con la filosofía del desarrollo sustentable. A la postre, lo anterior redunda en una mejor rentabilidad y competitividad para la organización en su conjunto.

Figura 5.1 Modelo Organizacional de Desarrollo Sustentable para la Industria Química



En el diagrama previo, se muestra la conceptualización general del modelo organizacional propuesto de desarrollo sustentable para la industria química basado en un Sistema de Administración Estratégica Ambiental (SAEA) y constituido por los siguientes elementos fundamentales:

- a) El compromiso de la alta dirección de la empresa soportado en una filosofía de "Excelencia ambiental corporativa".
- b) La inclusión desde el principio del sistema del "Análisis del ciclo de vida del producto", el cual representa un enfoque lógico ligado a la prevención de la contaminación debido a la amplia gama de consecuencias ambientales que pueden considerarse asociadas al producto.
- c) La vinculación estrecha que debe existir entre la "Administración de la calidad total" y la "Prevención de la contaminación" con la finalidad de hacer cada vez mejor las cosas, hacerlas de forma más inteligente, permitiendo el examen y la evaluación de las prácticas actuales de manufactura.
- d) El "Uso de tecnologías limpias" será cada vez más común en las empresas de la industria química, a fin de responder de forma rápida y eficiente a las regulaciones ambientales que continuarán siendo más estrictas.
- e) En tiempos recientes, las actitudes tanto de la industria como de los consumidores hacia el medio ambiente está cambiando apreciablemente. Los empresarios están viendo la necesidad de compartir una responsabilidad ambiental a través de la elaboración de "Productos ecológicos" que ocasionen el mínimo impacto ambiental desde su fabricación hasta su uso final.
- f) Con la implantación de los elementos anteriores del modelo, se transformará la empresa en una más rentable, que elabore productos "verdes" y competitivos en calidad y precio, a través de una "Mercadotecnia ambiental" adecuada.
- g) Todos los conceptos básicos descritos brevemente en párrafos previos deben tener como pilar a la "Innovación tecnológica y empresarial", que facilite la realineación de estrategias, procesos, recursos y sistemas - en realidad, en toda la organización - orientados a implantar el SAEA apoyado por una filosofía de alta dirección como la de "Excelencia ambiental corporativa".

Dentro del desarrollo de la presente tesis, una vez estructurado a detalle el modelo organizacional propuesto de desarrollo sustentable, denominado SAEA, se aplicará a varias empresas mexicanas de la industria química, para probar sus bondades y debilidades. Es necesario aclarar que el modelo del SAEA estará integrado por una parte conceptual revisada a profundidad en cuanto a los elementos claves que constituyen dicho modelo; posteriormente, cuando se vayan a realizar las encuestas a los directivos de las empresas, se usarán una serie de cuestionarios presentados en forma de software que permita su aplicación práctica y

sencilla mediante una especie de auditoría múltiple en cuanto a ciclo de vida del producto, administración de la calidad total, prevención de la contaminación, uso de tecnologías limpias, elaboración de productos ecológicos y aplicación de innovación tecnológica y empresarial.



FILOSOFIA DE EXCELENCIA AMBIENTAL CORPORATIVA

6 FILOSOFÍA DE EXCELENCIA AMBIENTAL CORPORATIVA

Hoy en día, muchos de los ejecutivos en las empresas están tomando conciencia de que no se puede continuar considerando a nuestro planeta como un tiradero de basura inagotable puesto que se han ocasionado daños y pérdidas ecológicas irreparables al mismo. En el mismo contexto, las compañías ya no pueden seguir considerando la manera como se elaboraban, se empacaban y se distribuían los productos hasta hace poco; o la forma de administrar la contaminación del pasado para hacer planes hacia el futuro. Enfoques tales como tratar de dar soluciones al "final del tubo" para reducir la contaminación ya no serán suficientes para satisfacer las nuevas y crecientes presiones de la sociedad, las autoridades ambientales y la competencia. Definitivamente, se requiere un cambio de mentalidad a nivel empresarial, *es indispensable un nuevo modelo de cómo las compañías manufacturen sus productos y administren los factores ambientales.*

En el mismo tenor, los altos ejecutivos en las organizaciones ya no podrán seguir delegando en niveles inferiores las funciones y responsabilidades implícitas de las cuestiones ecológicas. La administración ambiental, con todos sus aspectos asociados, se está convirtiendo en uno de los asuntos más estratégicos para las empresas en el futuro inmediato.

En los párrafos que siguen se proporciona una explicación general sobre las fuerzas directrices que están impulsando el nuevo enfoque ecológico, los elementos básicos que debe contemplar un programa de administración estratégica ambiental, algunos indicadores del desempeño ambiental y los lineamientos más importantes de una filosofía de excelencia ecológica a nivel corporativo.

6.1 Fuerzas Directrices Ambientales

Actualmente ciertas fuerzas directrices ecológicas están empezando a tener un impacto importante sobre cómo las empresas deben redefinir sus estrategias y factores competitivos, y por lo mismo, los altos ejecutivos deben estar muy atentos sobre el comportamiento de dichas fuerzas directrices:

- a) La amenaza de obligaciones legales y financieras, así como la pérdida resultante por desprestigio, mala imagen o descrédito en la reputación corporativa ocasionados por infracciones reguladoras o por algún problema serio relacionado con cuestiones ambientales, de salud o seguridad.

Tómese por ejemplo, un derrame mayor de hidrocarburos que puede representar grandes sumas de dinero por conceptos de multas, indemnizaciones y pagos legales; además de los altos costos por limpieza y remediación de áreas afectadas.

- b) La creciente presión de nuevas regulaciones ambientales sobre la empresa, y los costos resultantes para cumplir con las mismas.
- c) En la medida que las leyes y reglamentaciones ambientales se vuelven más estrictas, y a su vez, las propias compañías se comprometen con normas internas más duras, se incrementan los costos por cumplimiento. Tal es el caso de la industria de refinación del petróleo, ya que por ejemplo, sólo en los Estados Unidos, el costo estimado para cumplir con las regulaciones ambientales entre los años de 1991 y 2010 se pronostica del orden de 150,000 millones de dólares (35). En México, Pemex Refinación con la misma finalidad ha invertido 14,187 millones de pesos en proyectos estratégicos durante el periodo 1995 a 1999. Durante 2001, Pemex erogó en el rubro de protección ambiental 5,200 millones de pesos en inversión y 2,598 millones de pesos en operación (36).

Un intenso escrutinio del público y los medios de comunicación hacia cuestiones ambientales y de seguridad vinculadas con la imagen de las empresas y sus ejecutivos.

Dicha indagación se está volviendo de gran importancia para la alta administración debido a la percepción en cuanto a la imagen, buena o mala, que puede tenerse de la corporación, y su posible impacto en las ganancias. A medida que las fuentes de información continúan siendo más abiertas y disponibles que en el pasado, el público está en una mejor posición para evaluar y comparar el desempeño ambiental de las compañías individuales y de sus líneas de productos.

- d) Posición corporativa con relación a los aspectos ambientales, de salud y seguridad comparada con la competencia.

Tal postura resulta de carácter estratégico para el negocio: ¿Qué está haciendo la competencia en cuestiones ambientales, las está aprovechando para iniciar nuevas oportunidades y negocios? ¿Está examinando el desempeño ambiental en sus planes de negocios a largo plazo? ¿Conoce los costos ambientales y su influencia en los resultados financieros? ¿Está considerando el impacto potencial del sentir el público en sus productos y su viabilidad en el largo plazo?

6.2 Elementos Básicos

Desde el punto de vista administrativo a nivel corporativo son varios los componentes fundamentales que deben considerarse dentro de un programa de administración estratégico ambiental, tales como:

1. Políticas y procedimientos ecológicos claramente definidos, ampliamente comunicados, y fuertemente apoyados por la alta dirección.
2. Organización establecida en torno a los aspectos ambientales, de salud y seguridad (ASS); funcionando sin tropiezos, congruente con la estructura corporativa. Con funciones y responsabilidades claras para todos en la empresa.
3. Sistemas establecidos de administración día a día para identificar y corregir problemas, investigar incidentes, proporcionar entrenamiento, operar y mantener equipos de control, documentar el desempeño, administrar el riesgo e informar resultados.
4. Sistema establecido de comunicación para asegurarse que la información apropiada es compartida, señalando el progreso y los problemas a los distintos empleados y socios de la empresa.
5. Sistema formal de planeación a largo plazo para identificar aspectos emergentes y asegurar los recursos corporativos adecuados. Congruente con el plan de negocios.
6. Sistema formal de administración del riesgo para identificar peligros potenciales y evaluar riesgos, establecer prioridades y dar seguimiento al desempeño.
7. Programas implantados para atención de emergencias, que se revisan y prueban con cierta regularidad.
8. Monitoreo sobre tendencias y la posible aplicación de nuevas leyes y regulaciones ambientales, así como participación en comités que puedan influir en la formulación de las mismas.
9. Sistema automatizado de información para apoyar a gerentes y personal dedicado a la administración ambiental en el control y difusión de documentos, informes, referencias, leyes, etc.
10. Revisión de proyectos y programas de tipo prioritarios, modificaciones a procesos y operaciones, investigación y desarrollo relacionados con aspectos ambientales.
11. Programas específicos ambientales para mejorar el desempeño ecológico y administrar los riesgos ambientales, tales como minimización de desechos, evaluación de facilidades para disposición final, bio-remediación de sitios afectados por contaminación, etc.

12. Mecanismos de control que aseguren a la gerencia que se están administrando adecuadamente los riesgos ambientales, (25), (30), (32), (38).

6.3 Indicadores de Desempeño Ambiental

La medición del desempeño ecológico de una empresa es una disciplina embrionaria, en pleno desarrollo. Debido a que existen muchas maneras de medir y dar seguimiento al progreso de las actividades, resulta sumamente importante para cada compañía determinar el mejor sistema de medición para satisfacer sus metas y necesidades particulares. En la Tabla 6.1 se muestran algunos de los indicadores que pueden considerarse para tratar de medir el desempeño en los aspectos ambientales, de salud y seguridad en una empresa. No obstante, a medida que a nivel corporativo crezca la presión para medir dicho desempeño en los años venideros, los ejecutivos encontrarán que ciertas mediciones serán mucho más apropiadas y benéficas que otras. Tales mediciones variarán para cada compañía y para cada tipo de industria. Resulta particularmente importante seleccionar un sistema de medición que permanezca al cabo del tiempo como confiable, y que mida al avance año con año en áreas tales como la reducción de emisiones, la minimización de desechos y la prevención de la contaminación (7), (11), (12), (37). Ver "Metodología" en el Capítulo 12.

Tabla 6.1 Indicadores Posibles de Medición del Desempeño Ambiental

•	Grado de cumplimiento con los estándares internos y regulaciones ecológicas vigentes
•	Nivel de cumplimiento en buenas prácticas de administración ambiental
•	Progreso en la implantación de programas relativos a la protección ambiental, la salud ocupacional y la seguridad (ASS)
•	Cantidades de emisiones, descargas y desechos enviados al ambiente cada año. Sus tendencias
•	Impacto de las operaciones en los aspectos ASS.
•	Uso de recursos naturales renovables y no renovables.
•	Número de eventos de grado siniestro. Estadísticas sobre seguridad del personal y daños materiales ocasionados por accidentes e incidentes.
•	Nivel de riesgo que afronta la empresa. Tendencia anual.
•	Costos ambientales, de salud y seguridad.

En el Capítulo 12 de esta tesis en la parte correspondiente a la comparación (benchmarking) con una empresa líder a nivel mundial se explica cómo se fijan los indicadores de desempeño ambiental de acuerdo a las mejores prácticas de administración ecológica.

6.4 Lineamientos Fundamentales de una Filosofía de Excelencia Ambiental

De una manera general, en los párrafos que siguen se describen los lineamientos más importantes que debería considerar una filosofía de excelencia ambiental a nivel corporativo dentro de una empresa preocupada por impulsar los valores ambientales, de salud y seguridad; según la Cámara Internacional de Comercio^{1*}, con una visión de largo plazo orientada hacia el desarrollo sustentable.

1. Prioridad corporativa. Reconocer a la administración ambiental entre las más altas prioridades de la corporación, como un factor determinante para alcanzar el desarrollo sustentable; establecer políticas, programas y prácticas para realizar las operaciones de manera ecológica.
2. Administración integral. Integrar por completo las políticas, programas y prácticas, en cada unidad de negocio como un elemento esencial de la administración en todas sus funciones.
3. Proceso de mejora continua. Continuar mejorando las políticas, programas y desempeño ambiental, tomando en consideración el desarrollo científico y tecnológico, las necesidades del consumidor y las expectativas de la comunidad, con base en las regulaciones legales como punto de partida; aplicando el criterio ambiental de forma intencionada.
4. Educación de los empleados. Educar, entrenar y motivar a los empleados a realizar sus operaciones de manera responsable con el medio ambiente.
5. Evaluación previa. Evaluar los impactos ambientales antes de iniciar una nueva actividad o proyecto y antes de dar de baja una instalación o al abandonar una sitio.
6. Productos y servicios. Desarrollar y proporcionar productos y servicios que no tengan impactos ambientales inapropiados y que sean seguros en su aplicación, eficientes en su consumo de energía y de recursos naturales; y que puedan ser reciclados, reusados o dispuestos de una forma segura.

¹ The International Chamber of Commerce's Business Charter of Sustainable Development, April 1991.

7. Aconsejar al consumidor. Aconsejar y educar a los distribuidores, consumidores y público en general en el uso seguro, transporte, almacenamiento y disposición de los productos suministrados; y aplicar consideraciones similares para la provisión de servicios.
8. Instalaciones y operaciones. Desarrollar, diseñar y operar las instalaciones y conducir actividades tomando en consideración el uso eficiente de energía y materiales, el uso sustentable de los recursos naturales, la minimización del impacto ambiental y de la generación de desechos; y la disposición responsable y segura de desechos residuales.
9. Investigación. Apoyar la investigación relativa a los impactos ambientales de materias primas, productos, procesos, emisiones y desperdicios asociados con la empresa; a fin de minimizar sus impactos adversos.
10. Enfoque precautorio. Modificar la manufactura, la comercialización o la aplicación de productos o servicios o la conducta de actividades, consistente con el entendimiento científico y tecnológico, para prevenir la degradación ambiental irreversible.
11. Contratistas y proveedores. Promover la adopción de estos principios por parte de los contratistas trabajando para la empresa, motivándolos a mejorar sus prácticas para hacerlas consistentes con las de la compañía; así también, incentivar a los proveedores a que adopten los mismos principios.
12. Plan de emergencia. Preparar y mantener, cuando exista un riesgo significativo, un plan de emergencia para actuar en forma coordinada con las autoridades apropiadas y la comunidad local; reconociendo los posibles impactos potenciales fuera del límite de baterías de las instalaciones de la empresa.
13. Transferencia de tecnología. Contribuir a la transferencia de tecnología y métodos de administración ambientales probados a través de la industria y el sector público.
14. Contribución al esfuerzo común. Colaborar al desarrollo de políticas públicas, de programas gubernamentales e interinstitucionales y de iniciativas educacionales para mejorar la conciencia y protección ecológica.

15. Apertura al diálogo. Promover la apertura y el diálogo con los empleados y el público, anticipando y respondiendo a sus preocupaciones acerca de riesgos potenciales e impactos de las operaciones, productos, desperdicios, o servicios, incluyendo aquellos con consecuencias globales fuera del límite de baterías de la empresa.
16. Cumplimiento e informes. Medir el desempeño ambiental; realizar auditorías ecológicas regulares y evaluaciones de cumplimiento según requerimientos legales; de forma periódica informar al consejo de administración, accionistas, empleados, autoridades y público en general.

Los altos ejecutivos de la empresa deben comprometerse a promover la "Filosofía de excelencia ambiental" a lo largo y ancho de la organización, asegurándose de que se implante el Sistema de Administración Estratégica Ambiental (SAEA), y se estén cumpliendo los puntos siguientes:

- Identificación de los riesgos y oportunidades ligados a los aspectos ambientales, de salud y seguridad (ASS) derivados de las operaciones de la compañía y sus productos.
- Administración adecuada de los riesgos ambientales y riesgos consecuentes para la empresa.
- Cumplimiento de las leyes y reglamentos ambientales.
- Seguimiento apropiado a la prevención de la contaminación, calidad total y sistemas de medición y verificación de los factores ASS.
- Percepción de que los productos actuales no representan riesgos imprevistos para el medio ambiente.

Lo expuesto en el presente capítulo implica un involucramiento por parte de todos en la organización y un compromiso de la gente, equipos, tecnologías y recursos financieros para proteger a la organización y orientarla hacia el camino del desarrollo sustentable.



ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

7 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

El concepto "Análisis del ciclo de vida" representa un enfoque administrativo en plena evolución y que está relacionado con el impacto que un producto, empaque o actividad puede ocasionar sobre el medio ambiente y la salud humana. Abarca cada etapa en la vida de los artículos manufacturados desde la extracción de las materias primas hasta la producción o construcción, transportación, distribución, uso, servicio y disposición o reciclado (27). Aquí, debe señalarse que se trata de un concepto diferente al estudiado por los economistas, cuando se refieren al ciclo de vida de un producto o de una industria, y que dividen convenientemente en cinco etapas: incubación, crecimiento tecnológico y diversidad, crecimiento de mercado y segmentación, madurez y declinación.

Más específicamente, desde la perspectiva de la gestión ambiental, el ciclo de vida del producto proporciona un sistema lógico orientado a prevenir la contaminación debido al amplio rango de consecuencias ambientales que pueden considerarse asociadas con el producto. Al enfocarse en dicho sistema, los ejecutivos de una organización apoyados por su personal técnico pueden prevenir los diversos impactos ambientales sobre el aire, agua o tierra; considerando las distintas etapas del ciclo de vida de un producto. Adernás, este enfoque debe involucrar a todos los diversos actores de la empresa: proveedores, productores, consumidores / usuarios, tratadores de desechos y recuperadores de materiales.

7.1 Etapas del Ciclo de Vida de un Producto

El sistema del ciclo de vida de un producto es complejo debido a su naturaleza dinámica y su alcance geográfico. Las etapas del ciclo de vida pueden cambiar y tales cambios pueden ocurrir de forma independiente. Asimismo, las etapas del ciclo de vida pueden estar ampliamente distribuidas en una base geográfica; esto es, las consecuencias ambientales pueden ocurrir a nivel global, regional o local. De una forma simplificada, se consumen recursos y los residuos se acumularán eventualmente en la tierra y la biosfera.

De una manera amplia y general, el ciclo de vida de un producto puede organizarse de acuerdo a las etapas siguientes:

- a) Extracción de materias primas
- b) Procesamiento de materias primas
- c) Manufactura y ensamble

- d) Transporte y distribución
- e) Aplicación y servicio o mantenimiento
- f) Baja del producto (retiro)
- g) Disposición final

La extracción de materias primas incluye las operaciones de minería o la recuperación de hidrocarburos del subsuelo, por ejemplo. Luego, las materias primas brutas son procesadas a través de algunas etapas de separación y purificación para convertirlas en materiales adecuados para ser manufacturados. Incluso, en ciertos casos, materias primas básicas deben combinarse mediante medios físicos o químicos para formar materiales especializados, tal es el caso del etileno para dar 'pellets' de polietileno. A su vez, los materiales básicos pasan al proceso de manufactura, normalmente consiste en varios pasos de fabricación; a continuación se ensamblan las partes para llegar al producto final.

Los productos se venden a los clientes y se consumen o utilizan satisfaciendo una o varias funciones. A través de su vida útil, los productos pueden requerir de algún servicio o mantenimiento a fin de reparar algún defecto o para mantener su funcionamiento. En cierto momento, los usuarios deciden que deben dejar de utilizar el producto, esto es, ha llegado el tiempo de darlo de baja o retirarlo. Después de su retiro, el producto puede ser reusado o vuelto a manufacturarse. Materiales y energía también pueden ser reciclados o aprovechados en el mismo proceso de manufactura. Ciertos materiales pueden reciclarse en el mismo producto muchas veces (circuito cerrado), o bien, usarse para formar otros productos antes de que sean eventualmente descartados (circuito abierto).

Algunos de los residuos generados en las diferentes etapas se envían directamente al medio ambiente. Las emisiones de los vehículos automotores, las descargas de aguas residuales de algunos procesos y los derrames de petróleo son ejemplos de emisiones directas. Los residuos también pueden sufrir tratamientos físicos, químicos o biológicos. Los diversos tratamientos, por lo general, se diseñan para reducir el volumen y toxicidad del desecho. Los residuos remanentes, incluyendo aquellos resultantes de un tratamiento, se envían a disposición final, normalmente a rellenos sanitarios autorizados (23).

7.2 Objetivos del Diseño del Ciclo de Vida

La meta fundamental del diseño del ciclo de vida es promover el desarrollo sustentable al nivel global, regional o local. Desde un punto de vista

empresarial, los elementos esenciales del desarrollo sustentable incluyen a la prevención de la contaminación, la conservación de recursos, la salud humana y el mantenimiento de los ecosistemas. Puesto de una manera sucinta, el diseño del ciclo de vida persigue minimizar los impactos ambientales y utilizar eficientemente los recursos al tratar de satisfacer las necesidades básicas de la sociedad.

Las metas del diseño del ciclo de vida deben articularse a través del Sistema de Administración Estratégica Ambiental (SAEA) que se propone en la presente tesis. Dicho sistema aporta la estructura para que un grupo dedicado al desarrollo del producto especifique los requerimientos ambientales que den forma al diseño del producto.

Son varios los factores que deben considerarse por parte del fabricante de un producto para formular un diseño, teniéndose tanto fuerzas externas como internas. Los factores externos incluyen políticas y regulaciones gubernamentales, demanda del mercado, infraestructura, estado de la economía, cuestiones ambientales, conocimiento científico de los riesgos ambientales y la percepción pública sobre dichos riesgos. Entre los factores internos, la forma de administrar de los gerentes representa una influencia importante en todas las fases del desarrollo de un producto. Además, se necesita una política corporativa apropiada, medidas de desempeño y recursos adecuados para apoyar los proyectos relacionados con el diseño. Tanto el diseño en paralelo (concurrent design) y el diseño para el ambiente (DFE- Design for Environment) como la administración de la calidad total (TQM) aportan modelos adecuados para el diseño del ciclo de vida (6), (19), (23), (27), (39).

Un proyecto típico de diseño empieza con el análisis de necesidades, luego procede con la formulación de requerimientos, el diseño conceptual, el diseño preliminar, el diseño detallado y su implementación. Durante la fase del análisis de necesidades se definen el propósito y el alcance del proyecto, así como se identifican claramente las necesidades del cliente. Luego se expanden las necesidades en un conjunto completo de criterios que incluyen los requerimientos ambientales. A su vez, se proponen alternativas de diseño para satisfacer dichos requerimientos. Así mismo, deben formularse algunas estrategias para cumplir con tales requerimientos ambientales.

El grupo de desarrollo de nuevos productos que se forme dentro de la empresa debe estar evaluando alternativas a través del proceso completo. Una de las herramientas más conocidas para efectuar el análisis ambiental es la de la "Evaluación del ciclo de vida" (LCA-Life cycle assessment) que queda fuera del alcance de esta tesis. A final de cuentas, los diseños exitosos deben balancear las necesidades ambientales, de desempeño, costo, culturales y legales.

7.3 Análisis de Necesidades

Un proyecto de desarrollo debería claramente identificar a los clientes y sus necesidades. Entonces el diseño debe enfocarse a satisfacer tales necesidades. Las ideas que conduzcan al diseño del proyecto pueden provenir de diversas fuentes, incluyendo a los grupos de clientes o el área de investigación y desarrollo. La evaluación ambiental de productos existentes puede revelar varias oportunidades en la mejora del diseño. Otra estrategia de mejora involucra fijar metas a los impactos ambientales mayores para reducir o eliminar contaminantes.

Al considerar los límites apropiados para el diseño, el grupo de desarrollo debería examinar el ciclo completo de vida desde la adquisición de las materias primas hasta el destino último de los residuos. Empezando con el sistema más completo, el diseño y el análisis pueden enfocarse bien al ciclo completo de vida, al ciclo parcial de vida, o a las etapas individuales del producto. El escoger el sistema del ciclo completo de vida aportará las mayores oportunidades en la reducción de impactos.

En algunos casos, el grupo de desarrollo puede limitar el análisis al ciclo parcial de vida que consiste en varias etapas si son estáticas o no son afectadas por el nuevo diseño. Mientras los diseñadores estén conscientes que están trabajando en una escala limitada y se mantengan atentos a los impactos hacia adelante y hacia atrás de las etapas en estudio, pueden aún conseguirse algunas metas ambientales. Sin embargo, un alcance más limitado reducirá las posibilidades para mejoras en el diseño.

También se utilizan el análisis comparativo y el "benchmarking" para establecer una base en la mejora ambiental. El "benchmarking" sirve para comparar costos y nivel de desempeño de los mejores competidores; así mismo se compara el desempeño ambiental del ciclo de vida del producto (27), (28), (39), (40).

7.4 Formulación de Requerimientos

Tratar de establecer requerimientos puede bien ser la fase más crítica del diseño. Los requerimientos deben definir los resultados esperados y resultan cruciales en soluciones efectivas de diseño. Usualmente, el diseño procede más eficientemente cuando la solución está con claridad delimitada por requerimientos bien planteados y planeados. En fases posteriores del diseño, se evalúan las distintas alternativas a fin de determinar que tan bien satisfacen los requerimientos establecidos.

El incorporar los requerimientos ambientales desde las fases más tempranas del diseño puede reducir la necesidad de acciones correctivas posteriores. Este enfoque proactivo mejora la probabilidad de desarrollar un producto de bajo impacto ambiental.

A través del diseño del ciclo de vida del producto se busca integrar los requerimientos ambientales con el desempeño convencional en cuanto a necesidades de costo, culturales y legales. Todos los requerimientos deben balancearse adecuadamente en un producto exitoso. Un producto de bajo impacto ambiental pero que falle en el mercado no beneficia a nadie, pero sí perjudica a la propia empresa.

Sin importar la naturaleza del proyecto, el resultado esperado del diseño no debería ser extremadamente restringido o demasiado amplio. Requerimientos definidos de forma muy estrecha eliminan la posibilidad de obtener diseños atractivos; mientras que, requerimientos vagos conducen a malas interpretaciones entre los clientes potenciales y los diseñadores haciendo que la búsqueda del proceso sea ineficiente (41).

Cuando se dedica muy poco tiempo a desarrollar los requerimientos de excelencia, el proyecto de un diseño puede proceder a través de un camino equivocado. Tales inicios en falso retrasan el descubrimiento de los elementos críticos. Así mismo, estimaciones equivocadas de los requerimientos ambientales pueden mal formar el diseño al punto de que llegue a ser demasiado tarde o muy costoso desarrollar el producto adecuado.

Es indispensable enfatizar que los requerimientos ambientales deberían desarrollarse para minimizar: el uso de los recursos naturales, principalmente los no renovables; el consumo de energía; la generación de desechos; los riesgos a la salud y a la seguridad; y la degradación ecológica. Mediante la traducción apropiada de estas metas en funciones claras, los requerimientos ambientales ayudan a identificar y limitar los impactos ambientales.

En la Tabla 7.1 que se muestra a continuación se mencionan algunos aspectos que pueden ayudar a los grupos de desarrollo a definir los requerimientos ambientales. No se pretende aquí aportar una guía detallada sobre los distintos requerimientos ambientales de cada negocio o tipo de industria. Aunque la lista que sigue no es completa, sí se considera que introduce conceptos y tópicos importantes. Dependiendo del proyecto, los grupos de trabajo pueden expresar sus requerimientos ambientales cuantitativa o cualitativamente. Por ejemplo, pudiera ser útil establecer un requerimiento que limite la generación de desperdicios sólidos para el ciclo completo de vida de un producto atendiendo a sus características particulares.

Tabla 7.1 Aspectos a Considerar al Desarrollar Requerimientos Ambientales

MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad del material • Tipo <ul style="list-style-type: none"> o Directo <ul style="list-style-type: none"> - Producto relacionado - Proceso relacionado o Indirecto <ul style="list-style-type: none"> - Capital fijo (edificios y equipos) • Fuente <ul style="list-style-type: none"> o Renovable <ul style="list-style-type: none"> - Silvicultura - Pesca - Agricultura o No renovable <ul style="list-style-type: none"> - Metales - No metales 	<ul style="list-style-type: none"> • Índole <ul style="list-style-type: none"> - Virgen - Recuperado - Reusable/reciclable - Vida útil • Factores básicos ligados al recurso <ul style="list-style-type: none"> o Ubicación <ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad local - Disponibilidad regional o Escasez <ul style="list-style-type: none"> - Especie amenazada - En reserva o Calidad <ul style="list-style-type: none"> - Composición - Concentración • Administración/ Prácticas de restauración <ul style="list-style-type: none"> - Sustentabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos asociados con la extracción, procesamiento y uso <ul style="list-style-type: none"> - Residuales - Energía - Factores ecológicos - Salud y seguridad
ENERGÍA		
<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad <ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia energética • Tipo <ul style="list-style-type: none"> - Comprada - Subproducto del proceso Includa en los materiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente <ul style="list-style-type: none"> o Renovable <ul style="list-style-type: none"> - Viento - Solar - Hidráulica - Geotérmica - Biomasa o No renovable <ul style="list-style-type: none"> - Combustible fósil - Nuclear 	<ul style="list-style-type: none"> • Índole • Factores básicos ligados al recurso <ul style="list-style-type: none"> - Ubicación - Escasez - Calidad - Restauración • Impactos asociados con la extracción, procesamiento y uso <ul style="list-style-type: none"> - Materiales - Residuales - Factores ecológicos - Salud y seguridad - Energía neta
FACTORES ECOLÓGICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Factores de Tensión <ul style="list-style-type: none"> - Físico (ruptura del hábitat) - Biológico - Químico 	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto en Ecosistema <ul style="list-style-type: none"> - Diversidad - Sustentabilidad - Rareza - Especies sensitivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Escala <ul style="list-style-type: none"> - Local - Regional - Global

Tabla 7.1 Aspectos a Considerar al Desarrollar Requerimientos Ambientales (continuación)

RESIDUOS		
Tipo	Caracterización	Destino Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> • Desperdicio <ul style="list-style-type: none"> - Sólido - Semisólido - Líquido • Emisiones al aire <ul style="list-style-type: none"> - Gas - Aerosol - Partículas • Contaminación en agua <ul style="list-style-type: none"> - Disuelto - Sólido suspendido - Emulsificado - Química - Biológica 	<ul style="list-style-type: none"> • No peligrosos <ul style="list-style-type: none"> - Constituyentes - Cantidad • Peligrosos <ul style="list-style-type: none"> - Constituyentes - Toxicidad - Concentración - Cantidad • Radioactivos <ul style="list-style-type: none"> - Potencia / vida media - Cantidad - Concentración 	<ul style="list-style-type: none"> • Envasamiento • Degradabilidad (física, química, biológica) • Bioacumulación • Movilidad / mecanismos de transporte <ul style="list-style-type: none"> - Atmosférico - Agua superficial - Agua subterránea - Biológico • Tratamiento / disposición <ul style="list-style-type: none"> o Impactos - Residuales - Energía - Materiales - Efectos en salud y seguridad
SALUD Y SEGURIDAD HUMANAS		
Riesgos a la Población	Caracterización Toxicológica	Molestias
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores • Usuarios • Comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Morbidez • Mortalidad • Exposición <ul style="list-style-type: none"> o Rutas <ul style="list-style-type: none"> - Inhalación - Contacto con piel - Ingestión o Duración o Frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Oculares • Nasales • Dérmicas • Accidentes

7.5 Preparación de Matrices de Requerimientos

Se ha vuelto común en la práctica de la ecología industrial comparar varias alternativas de diseño del producto entre sí y determinar su nivel relativo al mérito. Tales comparaciones pueden ser grandemente apoyadas por técnicas de presentación de datos que ayudan en la comprensión de cantidades considerables de información sobre diversos tópicos. Normalmente, el patrón típico consiste de dos componentes: (a) una matriz que gráfica y cualitativamente resuma el estado de una opción de diseño en particular a través del ciclo de vida del producto; y (b) un paquete de documentación que explique en detalle y cuantifique donde sea posible la información contenida en las celdas de la matriz.

La Agencia para la Protección Ambiental (EPA, por su siglas en inglés) de los Estados Unidos propone elaborar una matriz de requerimientos como la que se muestra en la Figura 7.1 a continuación. Se trata de una matriz del tipo multicapas para desarrollar los requerimientos ambientales. La matriz para cada clase de requerimientos contiene columnas que representan las distintas etapas del ciclo de vida del producto. Las filas de cada matriz están formadas por los denominados componentes del sistema: producto, proceso, distribución y administración. Cada fila se subdivide en entradas y salidas. Los elementos pueden luego ser descritos y dárseles seguimiento en tanto detalle como sea necesario (42).

	Aspectos Legales	Aspectos Culturales	Costos	Desempeño	Ambiental		
	Adquisición de Materias Primas	Preparación de Materias Primas	Procesamiento de Materiales	Ensamble y Manufactura	Uso y Servicio	Retiro	Tratamiento y Disposición
Producto - Entradas - Salidas							
Proceso - Entradas - Salidas							
Distribución - Entradas - Salidas							
Administración - Entradas - Salidas							

Figura 7.1 Matrices de Requerimientos Conceptuales

Las matrices de requerimientos ambientales mostradas en la Fig. 7.1 son del tipo conceptual. Se pueden preparar matrices prácticas para cada clase de requerimiento, subdividiendo aún más las filas y columnas de la matriz conceptual. Por ejemplo, la etapa de procesamiento de materiales se pudiera subdividir en las distintas fases que constituyen el proceso de fabricación. A su vez, la parte de distribución pudiera desglosarse en las operaciones de recibo, almacenamiento y envío. Aunque no existen reglas absolutas para organizar las matrices, los grupos de desarrollo deberían seleccionar el formato más apropiado para cada proyecto.

En la Tabla 7.2 que sigue se muestra de manera ilustrativa la forma cómo pueden subdividirse algunas de las categorías en la matriz descrita con anterioridad. En este ejemplo se indica cómo cada fila en la matriz ambiental puede ampliarse para proporcionar más detalle en los requerimientos de desarrollo.

Tabla 7.2 Ampliación de las Filas de la Matriz de Requerimientos Ambientales

Producto	
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales • Energía
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> • Productos, coproductos y residuales
Proceso	
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales <ul style="list-style-type: none"> - Directo: Materiales de proceso - Indirecto: Primer nivel (equipo e instalaciones) Segundo nivel (capital y recursos) • Energía (para el proceso) • Gente (mano de obra)
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales (residuos) • Energía (generada)
Distribución	
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales <ul style="list-style-type: none"> - - Empaque - - Transportación <ul style="list-style-type: none"> Directo (por ejemplo, aceite y fluido para frenos) directo (por ejemplo, vehículos y cocheras) • Energía <ul style="list-style-type: none"> - - Empaque - - Transportación (BTU/ton-km) • Gente (mano de obra)
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales (residuos)
Administración	
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales (suministros de oficina, equipo e instalaciones) • Energía • Gente • Información
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> • Información • Residuos (varios)

Fuente: U.S. EPA, Life Cycle Design Guidance Manual: Environmental Requirements and Product System, EPA-600/R-92/226

7.6 Definición de las Estrategias del Diseño

Tradicionalmente, los diseños del producto y del proceso han sido tratados como dos funciones separadas. Visto de una forma lineal: el diseño del producto seguido del diseño del proceso. Sin embargo, en los últimos años se ha progresado mucho al usar los enfoques de prevención de la contaminación y minimización de residuos orientados al proceso. Y ahora los enfoques orientados al producto están ganando reconocimiento. El diseño del ciclo de vida busca, precisamente, integrar las funciones de diseño del producto y del proceso para reducir más efectivamente los impactos ambientales asociados con el sistema completo del producto.

Con el enfoque anterior, el diseño del ciclo de vida puede considerarse como una extensión de la manufactura concurrente, un procedimiento basado en el diseño de las características del producto simultáneo con los procesos de manufactura. A diferencia de los proyectos que aíslan a los grupos de trabajo, el diseño concurrente reúne a los participantes juntos en un solo grupo. Al tener a todos los actores participando en el ciclo de vida de un proyecto desde el comienzo, se reducen los problemas que a menudo surgen entre las distintas disciplinas. Asimismo, se puede mejorar la calidad del producto a través de tal cooperación; y se acorta el tiempo de desarrollo, abatiendo los costos del mismo (43).

Deben escogerse estrategias para el conjunto completo de requerimientos del diseño, promoviendo así la integración de los requerimientos ambientales en el diseño. Por ejemplo, el desempeño esencial del producto debe preservarse cuando el grupo de diseño seleccione una estrategia para reducir los impactos ambientales. Si se degrada el desempeño, los beneficios derivados de un diseño responsable ambientalmente pueden ser ilusorios.

Algunas estrategias generales que pueden seguirse para cumplir con los requerimientos ambientales se presentan en la Tabla 7.3. La mayoría de estas estrategias se extienden a través del sistema. También pueden utilizarse estrategias a la extensión de la vida del producto durante el procesamiento, distribución y administración. Similarmente, las estrategias del diseño del proceso no se limitan a las operaciones de manufactura. Resultan también útiles cuando el uso del producto depende de los procesos. Por ejemplo, el tren motriz de un automóvil funciona como una planta industrial en miniatura con su reactor, tanque de almacenamiento, generador de potencia eléctrica y equipo de control del proceso. Así, las estrategias de proceso pueden disminuir los impactos ambientales ocasionados por el uso del vehículo.

Tabla 7.3 Estrategias de Diseño

Estrategia General	Estrategia Específica
<ul style="list-style-type: none"> Extensión en la vida del producto 	Durable (apropiadamente) Adaptable Confiable Servicial Remanufacturable Reusable
<ul style="list-style-type: none"> Extensión en la vida del material 	Reciclable
<ul style="list-style-type: none"> Selección del material 	Reformulable Substituible
<ul style="list-style-type: none"> Mejoras al proceso 	Substitución del proceso Control del proceso Arreglo mejorado del proceso (layout) Control de inventarios Manejo de materiales Planeación de las instalaciones
<ul style="list-style-type: none"> Distribución eficiente 	Transportación Empaque
<ul style="list-style-type: none"> Prácticas mejoradas de administración 	Administración de la oficina Calidad total Contabilidad
<ul style="list-style-type: none"> Información mejorada 	Etiquetado del producto

7.7 Enfoque Moderno del Diseño Industrial del Producto

La secuencia de eventos que culmina en un producto se inicia con la definición del producto, la cual es una exposición de las características que un producto específico debería tener cuando esté totalmente desarrollado. Tales características normalmente incluyen para qué se va a usar el producto, como funcionará, que propiedades tendrá, el rango del costo probable, y tal vez, atributos estéticos. Esa definición del producto proporciona al diseñador muchos aspectos a considerar de forma simultánea pero los diseñadores modernos deben disponer de una lista más amplia de características, puesto que necesitan tomar en cuenta los atributos relacionados con el producto que pueden, al final, determinar el éxito o fracaso del producto. El nuevo modelo que incluye éstas últimas consideraciones se ha denominado "Diseño para X" (DFX), donde X puede ser cualquiera de los siguientes:

- **Ensamblado:** La consideración de instalaciones para lograr el ensamble, libre de errores, partes comunes del ensamble, etc.
- **Desempeño:** La estimación del cumplimiento requerido durante la manufactura y uso final, incluyendo la compatibilidad electromagnética.

- **Ambiente:** La orientación dada para alcanzar un diseño ecológico, es decir, amigable con el medio ambiente (DFE- Design for Environment).
- **Manufacturabilidad:** La consideración de qué tan bien el diseño puede integrarse en los procesos de manufactura, tales como la fabricación y el ensamblado.
- **Logística de materiales y aplicabilidad de componentes:** Enfocado al movimiento de materiales en la planta y almacenes y a aspectos administrativos, y la aplicabilidad correspondiente de componentes y materiales.
- **Orden:** Orientado a considerar cómo el diseño impacta la secuencia del proceso, y la manufactura y distribución correspondientes.
- **Confiabilidad:** La estimación de temas como la descarga electrostática, la resistencia a la corrosión, y la operación bajo condiciones variables del ambiente.
- **Prevención legal y de seguridad:** La adherencia a los estándares de seguridad y anticipación a un uso inadecuado, así como la prevención del costo de acciones legales.
- **Servicio:** Dirigido a facilitar la instalación inicial, así como la reparación y modificación de productos en el campo o en los centros de servicio.
- **Ensayo:** Orientado a facilitar las pruebas en fábrica y en el campo a todos los niveles de complejidad.

Debe citarse que las prácticas del diseño DFX están siendo implantadas por compañías líderes en manufactura. De esta manera, el camino menos difícil para asegurarse que los principios ambientales están siendo interiorizados en las actividades de manufactura en el corto plazo es desarrollar y aplicar el "Diseño para el Ambiente" (DFE) como un módulo fundamental de los sistemas DFX.

También debe señalarse que un aspecto importante y en crecimiento del diseño del producto es el grado en el que se ligue a la tecnología informática y de sistemas. Hoy en día, muchos grupos modernos de diseño industrial utilizan las herramientas de diseño auxiliado por computadora (CAD) y de manufactura auxiliada por computadora (CAM), que pueden incorporar los módulos componentes en el diseño, revisar el ajuste especial de las piezas, producir listas de materiales, etc. En la

medida que el DFE pueda integrarse en estas herramientas de diseño, se convertirá automáticamente en un elemento básico del diseño del producto (6).

Lo que debe resaltarse en este punto es que el diseñar productos y procesos con un enfoque ambiental no se trata simplemente de una búsqueda de un conjunto especificado de atributos estándar. Es más bien, un análisis de sistemas y un proceso de toma de decisiones cuyas metas dependen del tipo de productos y proceso, así como de las preocupaciones ambientales que hay que considerar en cada etapa del ciclo de vida del producto. Los bienes de capital, los bienes de consumo, los productos tipo "commodities" y los edificios tienen ciclos de vida muy diferentes, muy diversos materiales, y por ende, soluciones de diseño muy distintas. En la Tabla 7.4 que sigue, se muestra cómo las diferencias entre productos pueden afectar el enfoque y el resultado de análisis del ciclo de vida y la contribución que puede hacerse para el diseño o rediseño del producto (8), (19), (27), (28).

Tabla 7. 4 Diferenciación de Productos Basada en el Análisis del Ciclo de Vida

Características	Productos Consumibles y Empaques	Bienes Durables y Proyectos de Capital
• Nivel de tecnología	Suave o bajo	Duro y alto
• Tamaño del productor	Todos los tamaños	Grandes (mayoría)
• Generación de desechos sólidos (post consumo)	Grandes volúmenes, muy dispersos	Volúmenes menores, pocos sitios
• Generación de residuos peligrosos	Muy disperso	Más concentrado
• Emisiones al aire y agua	La mayor parte durante la manufactura	Todo el ciclo de vida
• Potencial de reciclado y reuso: - Productos - Empaques	Moderado Alto	Alto Alto (cuando aplica)
• Duración del ciclo de vida	Corto	Largo
• Precio de compra del artículo	Bajo	Alto
• Costo de propiedad	Pequeño y breve	Grande y extendido
• Operación postventa	Poco o nada	Extensivo
• Servicio postventa	Poco o nada	Extensivo
• Evaluación del inventario del ciclo de vida	Limitado o de escala completa	Selectivamente de escala completa
• Administración del ciclo completo de vida	En algunos casos	En la mayoría de los casos

7.8 Resumen de los Principios Fundamentales del Diseño del Ciclo de Vida

De una manera sucinta, a continuación se enuncian los principios más importantes del diseño del ciclo de vida tendientes a lograr la prevención de la contaminación y la mejora ambiental del sistema del producto (11), (39), (40), (41), (42), (43), (44):

1. La meta última del diseño del ciclo de vida es conseguir el desarrollo sustentable.
2. Aplicarse a los aspectos ambientales desde las primeras fases del diseño es uno de los enfoques más eficientes para alcanzar la prevención de la contaminación. Otros beneficios relacionados son incrementar la eficiencia de recursos, reducir las multas y mejorar la competitividad.
3. El ciclo de vida del producto resulta un modelo útil para evaluar y reducir los impactos adversos ambientales asociados a la manufactura, uso y retiro de un producto.
4. Tanto factores internos como externos influyen fuertemente en el diseño. Internamente, el sistema de administración ambiental, que incluye metas y medidas de desempeño, aporta la estructura organizacional dentro de la empresa para implantar la prevención de la contaminación a través del diseño. El acceso a información correcta acerca de los impactos ambientales resulta también crítico para lograr la mejora ambiental. Los factores externos que dan forma al diseño incluyen a las regulaciones gubernamentales, las fuerzas del mercado, la infraestructura, el estado del ambiente; así como la comprensión científica y la percepción del público sobre los riesgos.
5. El diseño concurrente de los componentes del sistema del producto (producto, proceso, distribución e información) es un principio importante en la administración del ciclo de vida. La participación interdisciplinaria resulta clave para definir los requerimientos que reflejen las necesidades de los múltiples actores: proveedores, fabricantes, consumidores, reguladores, público y administradores de desechos.
6. La especificación de requerimientos es una de las funciones más críticas del diseño. Los requerimientos guían a los diseñadores para traducir las necesidades y objetivos ambientales en diseños exitosos. Los requerimientos ambientales deberían enfocarse en minimizar el consumo de recursos naturales, el consumo

energético, la generación de desechos, y los riesgos a la salud humana; así como a promover la sustentabilidad de los ecosistemas.

7. El diseño del ciclo de vida debe buscar optimizar los objetivos ambientales junto con la mejora de los requerimientos de costos, desempeño, culturales y legales. El desafío es aplicar estrategias de diseño de valor agregado que resuelvan necesidades en conflicto.



VÍNCULO ENTRE LA ADMINISTRACIÓN DE CALIDAD TOTAL Y LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

8 VINCULO ENTRE LA ADMINISTRACIÓN DE CALIDAD TOTAL Y LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Muchos de los principios y prácticas de la Administración de Calidad Total (TQM, por sus siglas en inglés) pueden servir de guía para ser aplicados con éxito al modelo de Prevención de la Contaminación (PP, por sus siglas en inglés). En realidad, como se analizará en este capítulo, existen grandes semejanzas en propósito y contenido entre dichas técnicas, de tal forma que ambas debieran constituirse en partes vitales e integrales de los objetivos estratégicos de la empresa moderna.

8.1 Principios de la Administración de Calidad Total

Los sistemas de monitoreo y administración de la calidad han estado evolucionando rápidamente. Desde los 1970's las actividades de simple inspección han sido reemplazadas o complementadas por actividades más desarrolladas y refinadas, a tal grado que hoy en día muchas empresas están orientadas en lograr la implantación de la administración de la calidad total. La evolución progresiva que ha experimentado la calidad puede distinguirse por las etapas siguientes: inspección, control de calidad, aseguramiento de calidad, y administración de calidad total (ACT).

Pero qué significa el concepto *¿"Administración de Calidad Total"?* Según el estándar británico BS.4778: Parte 2 (1991), se define como:

"Una filosofía de administración que involucra todas las actividades a través de las cuales se satisfacen las necesidades y expectativas de los clientes y la comunidad, así como los objetivos de la organización, en la forma más eficiente y con costos efectivos al maximizar el potencial de todos los empleados en un esfuerzo de mejora continua".

A pesar de las divergencias de puntos de vista acerca de lo que constituye la administración de calidad total, a continuación se resumen los elementos básicos que deben constituir el sistema en cuestión (ACT).

Compromiso y liderazgo del director general

Sin el compromiso total del director general o presidente de la compañía y el de sus principales ejecutivos y colaboradores no sucederá gran cosa, y si algo pasa, no será permanente. Ellos tendrán que comprometerse personalmente, proveer dirección y ejercer liderazgo vigoroso (46).

Planeación y organización

Debe incluir varias facetas del proceso de mejora continua, tales como:

- Desarrollar una estrategia clara y de largo plazo de la ACT, integrada con otras estrategias del negocio.
- Construir calidad en productos y servicios a través de diseños y procesos.
- Mejorar la calidad mediante actividades de prevención.
- Establecer procedimientos de aseguramiento de calidad, que faciliten la acción correctiva de circuitos cerrados (closed loops).
- Planear un uso efectivo de los sistemas de calidad, procedimientos, herramientas y técnicas de la administración de calidad, en un contexto de estrategia integral.
- Desarrollar la organización y la infraestructura para soportar las actividades de mejora.
- Perseguir la estandarización, sistematización y simplificación de los instructivos de trabajo, procedimientos y sistemas (46).

Empleo de técnicas y herramientas

Para soportar y desarrollar un proceso de mejora continua en calidad, una organización necesitará usar una selección de técnicas y herramientas de administración de calidad. Sin el empleo efectivo de dichas técnicas y herramientas será difícil resolver problemas. Aquéllas deberán utilizarse para facilitar la mejora e integrarse en la operación rutinaria del negocio. Los directivos deberán desarrollar un plan sobre cuáles técnicas y herramientas intentan aplicar, el uso de tales instrumentos ayudará a iniciar el proceso de mejora. Al usarlas, los empleados se sentirán involucrados en el proceso y sentirán que están haciendo una contribución; se mejorará la conciencia acerca de la calidad, y se empezarán a modificar el comportamiento y la actividad del personal (46).

Educación y entrenamiento

A los empleados se les debería proporcionar el nivel adecuado de educación y entrenamiento para asegurar que su conocimiento general de los conceptos, habilidades y actitudes sobre la administración de calidad

sea apropiado para adoptar la filosofía de mejora continua; y para facilitar un lenguaje común a través de la organización. Un programa formal de educación y entrenamiento necesita ser planeado y proporcionarse sobre una base regular en el tiempo para permitir que la gente sea capaz de resolver problemas cada vez más complejos. Dicho programa debe visualizarse como una inversión para el desarrollo de habilidades y conocimientos de los empleados a fin de que muestren y apliquen todo su potencial. Sin entrenamiento es difícil resolver problemas; y sin educación, el cambio en comportamiento y actitud no tendrá lugar. El programa de entrenamiento también debe servir para ayudar a pensar a los gerentes sobre las mejoras que pueden lograr a través de la implantación del proceso de la ACT en sus áreas de responsabilidad (46).

Involucramiento

Debe existir un compromiso hacia el desarrollo de los empleados, con el reconocimiento de que ellos forman el activo más valioso de la empresa. Deben contemplarse todos los medios posibles desde esquemas de motivación hasta varias formas de equipos de trabajo para lograr el interés de los empleados, su participación y contribución en el proceso de la ACT; también el personal directivo debe prepararse para compartir algo de su poder y responsabilidades.

Asimismo, se requiere buscar y escuchar cuidadosamente los puntos de vista de los empleados, y actuar sobre sus sugerencias. Parte del enfoque de la ACT es asegurarse que todo mundo tenga una clara comprensión de qué es lo que se espera de ellos, y de cómo sus tareas y procesos se relacionan con el negocio como un todo. Mientras más gente entienda el negocio y qué está pasando con el mismo, podrán jugar un papel más importante en la mejora de la calidad. A la gente se le debe impulsar a que controle, administre y mejore los procesos que están dentro su esfera de responsabilidad (46).

Equipos de trabajo

La formación de equipos de trabajo debe practicarse de distintas maneras. Necesita prestarse atención a las características de operación de los grupos, al cómo encajan dentro de la estructura organizacional, a las funciones de los miembros: líder del grupo; padrino y facilitador. Los equipos de trabajo constituyen una de las piezas claves del involucramiento. Sin ellos, es difícil obtener el compromiso y participación de la gente a través de la organización.

También es necesario reconocer los logros y el desempeño positivo, celebrándolos y recompensando el éxito alcanzado. La gente debe ver los

resultados de sus actividades y la mejora que realmente está logrando. Esto necesita ser constantemente impulsado mediante una comunicación activa. Si se pretende que la ACT sea exitosa, entonces resulta esencial mantener una comunicación efectiva y amplia. En ocasiones, los directivos son buenos oradores, pero malos comunicadores (46).

Medición y retroalimentación

Se necesita establecer un método de medición de manera continua, que sea comparado contra un conjunto de indicadores clave del desempeño, tanto interno como externo. Los del tipo externo son los más importantes ya que se relacionan con las percepciones de los clientes en cuanto a la mejora del producto y/o servicio. Los indicadores deberían desarrollarse atendiendo a estudios de "benchmarking" internos y externos, así como basados en encuestas a clientes y otras técnicas útiles al respecto. Esto facilitará el progreso y la retroalimentación para evaluarse contra un mapa de alternativas o listas de verificación. A partir de dichas mediciones, deberán formularse planes de acción para alcanzar los objetivos y cerrar las brechas (46).

Cambio de cultura

Es indispensable crear una cultura organizacional que conduzca a la mejora continua de la calidad y en la que todos puedan participar. El aseguramiento de la calidad necesita también integrarse en todos los procesos y funciones de la organización. Se requiere cambiar el comportamiento, las actitudes y prácticas de trabajo de la gente en diversas formas. Entre otras deberían incluirse:

- Cada uno en la empresa debe involucrarse mejorando los procesos bajo su control de manera continua y tomar responsabilidad personal de su propio aseguramiento de calidad.
- Los empleados deben inspeccionar su propio trabajo.
- Los defectos no deben pasarse, en ninguna forma, al proceso siguiente. La relación de cliente – proveedor interno (cada una para quien se realiza una tarea o un servicio o se proporciona información representa un cliente) debe reconocerse.
- Cada persona debe comprometerse a satisfacer a sus clientes, tanto internos como externos.

- Debe integrarse a proveedores y clientes externos en el proceso de mejora continua.
- Los errores y la investigación de accidentes e incidentes deben verse como oportunidades de mejora.
- Honestamente, la sinceridad y el cuidado deben volverse una parte integral de nuestra vida diaria (46).

No cabe duda que cambiar las actitudes y el comportamiento de la gente es una de las tareas más difíciles que enfrentan los directivos y requiere de considerables esfuerzos y habilidades de motivación y persuasión; así como de grandes dosis de perseverancia para facilitar el cambio cultural (16), (21), (45).

8.2 Los Puntos Básicos de Deming sobre Calidad Total

Son varios los expertos reconocidos en el nivel mundial, en el campo de la administración de calidad total; entre ellos en el Occidente, se tienen a Philip Crosby, W. Edwards Deming, Armand V. Feigenbaum y Joseph Juran; en tanto en el Oriente han destacado M. Imai, K. Ishikawa, S. Mizuno, M. Nemoto, K. Ozeki, T. Asaka, S. Shingo, y principalmente Genichi Taguchi.

Sin embargo, para el propósito de la presente tesis, se ha seleccionado la filosofía de Deming por estar fundamentalmente orientada a mejorar la productividad y la competitividad a través de la calidad. Él define calidad en términos de la calidad de diseño, calidad en el desempeño y calidad en las ventas y servicio.

Deming aboga por la medición de la calidad mediante mediciones estadísticas del desempeño contra la especificación de la manufactura. Ya que todos los procesos de producción muestran variación, la meta de la mejora a través de la calidad es precisamente reducir tal variación. El enfoque de Deming es, por tanto, altamente estadístico; y no es de sorprender que recomiende que cada empleado debiera ser entrenado en el control estadístico de la calidad.

El punto de vista de Deming es que la administración y mejora de la calidad son responsabilidad de todos los empleados de la empresa; además, los altos directivos deben adoptar la "nueva religión" de la calidad, impulsar el cambio hacia la mejora continua, e involucrarse en todas las etapas de la filosofía. Los profesionales de la calidad deben educar a los gerentes en las técnicas estadísticas y concentrarse en mejorar los métodos de prevención de defectos.

En resumen, lo que Deming espera es que los gerentes cambien, a fin de desarrollar una alianza con los empleados para administrar la calidad con mediciones estadísticas directas sin afectar los costos de calidad. El enfoque de Deming, particularmente su insistencia en la necesidad de que los directivos cambien su cultura organizacional, está estrechamente vinculada con la práctica empresarial japonesa, basado en su conocimiento de las compañías del Japón. En la Tabla 8.1 que se muestra a continuación se resumen los 14 puntos fundamentales de la filosofía de Deming sobre administración de calidad total.

Tabla 8.1 Los 14 Puntos de Deming sobre Calidad Total

Puntos de Deming sobre Calidad Total	
1.	Cree constancia de propósito hacia la mejora de productos y servicios, con el objeto de volverse competitivo, permanecer en el negocio y proporcionar empleos.
2.	Adopte la nueva filosofía – vivimos una nueva era económica. Los ejecutivos deben despertar al desafío, aprender sus responsabilidades y tomar el liderazgo sobre el cambio del futuro.
3.	Elimine la dependencia de la inspección en masa para lograr la calidad. Descarte la necesidad de la inspección en masa al construir calidad en el producto desde el origen.
4.	Termine la práctica de conceder reconocimiento al negocio con base en el precio. En su lugar, dependa de medidas significativas de calidad, junto con el precio. Elimine a los proveedores que no prueben con evidencia estadística su calidad.
5.	Encuentre problemas. Mejore constantemente y por siempre el sistema de producción y servicio, a fin de mejorar la calidad y productividad, y así constantemente decrecer los costos.
6.	Instituya métodos modernos de entrenamiento en el trabajo.
7.	Instituya el liderazgo: el objetivo de la supervisión debería ser ayudar a la gente, máquinas y mecanismos a hacer un mejor trabajo. La mejora de la calidad automáticamente incrementará la productividad.
8.	Desaparezca el miedo, de tal forma que todos trabajen efectivamente para la compañía.
9.	Derrumbe barreras entre departamentos. La gente en investigación, diseño, ventas y producción deben trabajar como equipo para prevenir problemas de producción que puedan encontrarse con los varios materiales y especificaciones.
10.	Elimine metas numéricas, pósters y lemas para la fuerza de trabajo, solicitando nuevos niveles de productividad; sin proporcionar los métodos para lograrlo.
11.	Elimine los estándares de trabajo que prescriben las cuotas numéricas.
12.	Remueva las barreras que impiden al trabajador su derecho a mostrarse orgulloso por su trabajo.
13.	Instituya un programa vigoroso de educación y autosuperación.
14.	Ponga a todo mundo en la organización a trabajar para lograr la transformación. La transformación es el trabajo de cada empleado o trabajador.

Para ser capaces de administrar todo lo anterior, no es únicamente inherente, sino esencial que se haga un examen completo del por qué y cómo se hacen las cosas. Cada persona en la empresa es importante. Cada persona debe sentir que es responsable por la calidad del producto y/o servicio. Las ideas de los empleados para lograr mejoras y cambios al proceso deben ser bienvenidas por los directivos y brindarles una justa y seria evaluación para ser implantadas. *Los gerentes deben jugar un papel importante en la evaluación del cambio y usar su creatividad e ingenio colectivo para sobreponerse a las barreras y obstáculos al cambio* (46), (47), (48).

8.3 ¿Qué Significa Prevención de la Contaminación?

Prevención de la contaminación es un término utilizado para describir estrategias y tecnologías de producción que resultan en la eliminación o reducción de desechos. La Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) la define como:

“La prevención de la contaminación es el uso de materiales, procesos o prácticas que reducen o eliminan la creación de contaminantes o desperdicios en la fuente. Incluye las prácticas que reducen el uso de materiales peligrosos, así como aquéllas que protegen los recursos naturales a través de su uso eficiente.”

La idea que prevalece en promover la prevención de la contaminación es que tiene mucho más sentido para el industrial no producir desechos, en lugar de desarrollar esquemas extensivos y costosos de tratamiento para asegurarse que sus desechos no presentan algún riesgo a la calidad del ambiente.

Aunque simple de entenderse, los cambios requeridos para reducir la generación misma de desechos implican un enorme trabajo de evaluación, coordinación y ejecución. Con la finalidad de facilitar la administración de desechos, se ha propuesto la jerarquía siguiente:

1. Reducción en la fuente
2. Reciclado
3. Tratamiento
4. Disposición final.

Es fundamental reconocer que el primer nivel correspondiente a la reducción en el origen o fuente es la etapa más importante en la jerarquía, y por ningún motivo debería de suprimirse. Además es precisamente el aspecto de reducción en la fuente el que ha ocasionado el análisis paralelo y simultáneo de los modelos de administración de calidad total

(ACT) y prevención de la contaminación, así como la aplicación de sus principios y propósitos.

La prevención de la contaminación (PC) presenta tanto un componente suave como uno duro. El lado amable requiere de impulsar una actitud básica de cuidado, no sólo del ambiente, sino también por la calidad e impacto del producto que se elabora. Se necesita, además, el compromiso de los altos ejecutivos y demás funcionarios para adoptar la prevención de la contaminación, y el involucramiento de empleados y trabajadores. Significa que, finalmente, los impactos ambientales sean del todo considerados como otro factor en el proceso de toma de decisiones.

La filosofía de la PC representa una estrategia amplia y diversa por varias razones. Si no se genera contaminación, no se tienen contaminantes que deban manejarse. Así que, se evitan problemas futuros, tales como los problemas que ocurren cuando, por ejemplo, algunos rellenos sanitarios previamente autorizados se vuelven fuentes principales de contaminación ambiental. El prevenir la contaminación antes de que ocurra también anticipa situaciones que pudiesen poner en riesgo no sólo a miembros de la comunidad, sino también a trabajadores involucrados en el manejo de los contaminantes.

Uno de los beneficios significativos de la PC y que muchas veces no es percibida así por los ejecutivos, es que a menudo representa una oportunidad económica. Cuando se reducen o eliminan los desechos, se tiene un ahorro en el costo de materiales, es decir, se obtiene más producto a partir de los mismos materiales. El examen cuidadoso de los procesos de manufactura que es necesario para planear con éxito la puesta en marcha de un programa de PC puede traer consigo beneficios adicionales tales como mejoras importantes en la conservación de la energía y el agua, y una calidad más consistente del producto.

Asimismo, adoptar la PC puede conducir a ahorros substanciales en multas y costos relacionados con el cumplimiento de normas y regulaciones ambientales. Últimamente, y con frecuencia, el ahorro dominante en costos de este tipo puede deberse a una responsabilidad menor debida a contaminación futura, ya que los productores de desechos pueden estar sujetos a la posibilidad de una responsabilidad ilimitada por cualquier daño ocasionado por sus desechos. Así por ejemplo, la limpieza de sitios contaminados con productos tóxicos puede llegar a costar cientos de millones de pesos en cada caso; estas penalizaciones pueden hacer ver pequeños a otros costos, asociados con la generación de desechos, por lo cual adoptar la filosofía de la PC se vuelve aún más atractiva (7), (15), (35).

8.4 Similitud de Propósitos

Tal y como se ha visto a través de los principios de la administración de calidad total, así también la prevención de la contaminación significa tener una conciencia total del proceso y la flexibilidad para perseguir y realizar cambios radicales con respecto al cuidado del medio ambiente con un enfoque empresarial.

Tal proceso está fundamentado en una nueva ética administrativa que involucra a empleados, trabajadores y directivos juntos en un esfuerzo de toma de decisiones dirigido a abatir la contaminación ecológica.

Si se toman los 14 puntos básicos de Deming sobre administración de calidad total (ACT), y se analizan ahora bajo la óptica de la prevención de la contaminación (PC), se verá no sólo la gran similitud de propósitos que existen entre ambas filosofías, sino también que una empresa que ha logrado implantar exitosamente la ACT, le será mucho más fácil adaptar y aplicar la PC con los consiguientes beneficios.

1. Cree constancia de propósito hacia la mejora de productos y servicios. El cambio ético es mucho más evidente en esfuerzos de reducción de contaminantes en el origen, ya que el producto o servicio debe ser repensado y reevaluado en el por qué y cómo se hacen las cosas
2. Adopte la nueva filosofía. Las compañías que están usando los métodos de ACT con éxito, serán las mejor preparadas para adoptar la PC como un elemento esencial de su estrategia competitiva integra
3. Elimine la dependencia de la inspección en masa. Ambas, la ACT y la PC usan los métodos estadísticos para construir calidad dentro de su propio propósito considerado.
4. Termine la práctica de conceder reconocimiento al negocio con base en el precio. El costo por un apropiado cumplimiento ambiental hoy en día es tan significativo que no puede ignorarse. Las empresas que rechazan incorporar la PC dentro de su cultura organizacional, no serán capaces de competir en el largo plazo.
5. Encuentre Problemas. Este punto es fundamental para decidir qué elementos ambientales son los más importantes en las instalaciones, y enfocarse en aquellos que necesitan la mayor prioridad para ser resueltos.
6. Instituya métodos modernos de entrenamiento en el trabajo. El entrenamiento resulta esencial para todos los empleados a fin de crear la conciencia adecuada sobre la PC, aplicar las mejores alternativas de solución, y adoptarla como una nueva forma de hacer negocios.
7. Instituya métodos modernos de supervisión. Los supervisores y gerentes deben respetar y apreciar los puntos de vista de los empleados de todas las áreas sobre cómo abatir la contaminación.

8. Desaparezca el miedo, de tal forma que todos trabajen efectivamente para la compañía. Este punto está estrechamente relacionado con el anterior, y es vital para que prospere la PC.
9. Derrumbe barreras entre departamentos. Entre otras acciones se trata de mejorar la comunicación a través de la organización, así como de proponer ideas con retribución y/o reconocimiento.
10. Elimine métodos numéricos. Involucre al trabajador en las ideas a detalle que él ha tenido por mucho tiempo vinculadas con el proceso o producto con la finalidad de generar las mejores opciones de prevención de la contaminación.
11. Elimine los estándares de trabajo que prescriben las cuotas numéricas. Los métodos de la PC invitan a cada uno a reflexionar sobre las distintas maneras de disminuir los contaminantes en la empresa.
12. Remueva las barreras que impiden al trabajador su derecho a mostrarse orgulloso. Ya sea mediante una invitación para trabajar en el desarrollo de un producto ecológico o en un proyecto relativo a PC, lo que se trata es de romper los muros artificiales entre gerentes y trabajadores que conduzcan a los mejores resultados.
13. Instituya un programa vigoroso de educación y autosuperación. Ambas, las filosofías de ACT y de PC requieren de la cultura adecuada. La educación y el re-entrenamiento de gerentes y trabajadores impulsarán los valores y actitudes necesarias en su forma diaria de pensar, en lugar de hacerlo por decreto ejecutivo.
14. Ponga a todo mundo en la organización a trabajar para lograr la transformación. La implantación exitosa de la PC, al igual que la ACT, exige un cambio constante y dinámico donde todos en la compañía estén comprometidos e involucrados.

En los últimos años se ha visto un enorme cambio acerca de cómo las corporaciones globales enfocan los aspectos ambientales. Al principio, las políticas de las organizaciones estaban guiadas por el incremento exponencial en regulaciones ambientales, junto con una mayor presión del público para que se cumpliera con normas más estrictas. Con el paso del tiempo, los ejecutivos se han dado cuenta que, productos y procesos de manufactura fundamentados ecológicamente pueden tener muchos beneficios, tales como costos menores, mejor calidad, productos de mayor demanda, menor impacto ambiental, menos multas por infracciones ecológicas, mejor moral de los empleados y una imagen corporativa fortalecida. La organización requerida para lograr todos estos beneficios está basada en la adopción de una administración estratégica ambiental, la cual a su vez, debe estar soportada en los principios de ACT, como se ha tratado de demostrar en el presente capítulo (11), (16), (21), (35).



USO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS

9 USO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS

Cuando se emplea el término "Tecnologías limpias" no se pretende decir que forzosamente se deben utilizar tecnologías sofisticadas y de última generación para abatir o disminuir la contaminación ambiental provocada por la industria química; en realidad, el concepto es similar a muchos otros como son "tecnologías nuevas", "tecnología ambiental orientada a la prevención", "tecnología sin desechos", "tecnología no contaminante", etc., pero que tiene como elemento común precisamente el objetivo de evitar o eliminar el daño ecológico causado por las diversas operaciones de la industria.

Ahora bien, para los propósitos perseguidos en la presente investigación deberá entenderse que al hablar del "Uso de tecnologías limpias" lo que se pretende es dar a conocer las grandes áreas de oportunidad que se tienen en las compañías químicas para prevenir la contaminación ambiental en sus diferentes departamentos o esferas de acción dentro de su propia empresa, tal y como se indica en la Figura 9.1 que se muestra más adelante en la página 83 (propuesta original del autor). Y será con base en dichas áreas de oportunidad que se desarrollará este capítulo.

9.1 Medidas Generales para Prevenir la Contaminación

En la Tabla 9.1 que sigue se indican algunos métodos o recomendaciones sencillas que ayudarán a prevenir la contaminación o a reciclar materiales en diversas operaciones industriales que son comunes a un buen número de empresas del sector químico.

Tabla 9.1 Medidas Generales para Prevenir la Contaminación *

Origen del Desecho	Tipo de desecho	Métodos de reciclado y prevención de la contaminación
Recepción de materiales	Empacado de materiales Contenedores dañados Materiales fuera de especificación Derrames inadvertidos Vaciado de mangueras	Use sistema justo a tiempo para colocar órdenes. Establezca un sistema centralizado de compras. Seleccione la cantidad y tipo de empaque para minimizar desechos de empaque. Ordene los reactivos químicos en cantidades exactas. Motive a los proveedores químicos a volverse socios responsables. Establezca un programa de control de inventarios. Haga rotar los "stocks" químicos. Inspeccione el material antes de aceptar un envío.

Tabla 9.1 Medidas Generales para Prevenir la Contaminación
(Continuación)*

Origen del Desecho	Tipo de desecho	Métodos de reciclado y prevención de la contaminación
		<p>Prepare un inventario de químicos no utilizados para ser usados por otros departamentos.</p> <p>Revise la especificación de materiales para procuración.</p> <p>Valide la fecha de expiración de materiales en almacén.</p> <p>Pruebe la efectividad de materiales caducados.</p> <p>Realice inspecciones frecuentes de inventario.</p> <p>Utilice sistemas computacionales para inventarios en planta.</p> <p>Etiquete adecuadamente todos los contenedores.</p> <p>Establezca puntos de control para distribuir los químicos y para recolectar desechos.</p> <p>Cambie a contenedores reusables para embarque.</p> <p>Use tambores lavables y reciclables.</p>
Materias primas y almacenamiento de productos	<p>Fondos de tanques</p> <p>Materiales fuera de especificación y/o en exceso</p> <p>Fugas en bombas</p> <p>Válvulas</p> <p>Tanques y tuberías</p> <p>Contenedores dañados</p> <p>Contenedores vacíos</p>	<p>Cambie a materias primas menos peligrosas.</p> <p>Compre materias primas puras.</p> <p>Establezca planes para prevenir, evaluar y controlar derrames.</p> <p>Utilice los tanques y recipientes diseñados adecuadamente y para sus propósitos definidos.</p> <p>Instale alarmas de sobre flujo en todos los tanques y recipientes.</p> <p>Mantenga la integridad física de todos los tanques y recipientes.</p> <p>Establezca procedimientos escritos para todas las operaciones. de carga y descarga.</p>
Materias primas y almacenamiento de productos	Idem anterior	<p>Instale áreas secundarias de contención.</p> <p>Instruya a los operadores a no hacer "bypass" de interlocks y alarmas o mover los puntos de ajuste (setpoints) sin autorización.</p> <p>Utilice bombas sin sellos, no fugas</p> <p>Documente todos los derrames.</p> <p>Elabore balances globales de materiales y estime la cantidad y valor de las pérdidas.</p>

Tabla 9.1 Medidas Generales para Prevenir la Contaminación (Continuación)*

Origen del Desecho	Tipo de desecho	Métodos de reciclado y prevención de la contaminación
		<p>Use tanques de techo flotante para controlar compuestos orgánicos volátiles. Emplee sistemas de recuperación de vapores.</p> <p>Almacene tambores en tal forma que permitan la inspección visual de corrosión y fugas.</p> <p>Mantenga una adecuada iluminación en almacenes.</p> <p>Conserve limpias las superficies de áreas de transporte.</p> <p>Elabore hojas de datos sobre aspectos de seguridad de materiales.</p> <p>Mantenga los pasillos libres de obstrucción</p> <p>Conserve una distancia adecuada entre materiales químicos incompatibles.</p> <p>Mantenga una distancia adecuada entre distintos tipos de químicos para evitar contaminación cruzada.</p> <p>Evite colocar contenedores junto a equipos de proceso.</p> <p>Siga las instrucciones de los fabricantes acerca de cómo manejar y almacenar todas las materias primas.</p> <p>Use aislamiento apropiado en circuitos eléctricos e inspeccione regularmente para evitar corrosión o chispas potenciales</p> <p>Emplee recipientes grandes para almacenamiento de grandes volúmenes cuando sea posible.</p> <p>Vacíe completamente los tambores y contenedores antes de su limpieza o disposición.</p> <p>Reutilice el papel usado para notas; recicle el papel gastado.</p>
Laboratorios	Reactivos, químicos fuera de especificación Muestras de productos Muestras vacías Contenedores de químicos	<p>Use técnicas analíticas micro o semi-micro.</p> <p>Incremente la instrumentación.</p> <p>Reduzca o elimine el uso de agentes químicos altamente tóxicos en los experimentos.</p> <p>Reuse y/o recicle los solventes gastados.</p>

Tabla 9.1 Medidas Generales para Prevenir la Contaminación
(Continuación)*

Origen del Desecho	Tipo de desecho	Métodos de reciclado y prevención de la contaminación
Cambios en operación y proceso	Solventes, agentes de limpieza Desengrasantes; desecho de "sandblasteo" Sosa cáustica, trozos de metal; aceites, grasas.	<p>Recupere los metales de los catalizadores gastados.</p> <p>Trate o destruya los desechos peligrosos.</p> <p>Segregue el desperdicio peligroso del no peligroso; separe el material reciclable del no reciclable.</p> <p>Asegúrese de que la identidad de todos los químicos y desechos está claramente marcada en sus contenedores.</p> <p>Maximice la utilización del equipo de proceso.</p> <p>Use sistemas de transferencia y almacenamiento cerrado.</p> <p>Permita el suficiente tiempo de drenado para líquidos.</p> <p>Emplee sistemas de limpieza que eviten o minimicen solventes; limpie sólo cuando sea necesario.</p>
Cambios en operación y proceso	Lodo y ácido gastado provenientes de limpieza de cambiadores de calor	<p>Use lavado a contracorriente.</p> <p>Utilice sistemas de limpieza en el sitio.</p> <p>Limpie el equipo inmediatamente después de ser usado.</p> <p>Reuse el solvente para limpieza.</p> <p>Reprocese el solvente gastado en productos útiles.</p> <p>Segregue los desechos por tipo de solventes.</p> <p>Estandarice el uso de solventes.</p> <p>Programe la producción para disminuir la frecuencia de limpieza.</p> <p>Use limpiadores mecánicos en tanques mezcladores.</p> <p>Utilice bombeo con recirculación para mantener turbulencia durante el paro de equipos.</p> <p>Emplee superficies uniformes para transferencia de calor.</p> <p>Use agua de alta presión para limpieza en lugar de limpieza química, donde sea posible.</p> <p>Utilice vapor de baja presión para limpieza.</p>

*Fuente: U.S, EPA, "Facility Pollution Prevention Guide", 1992.

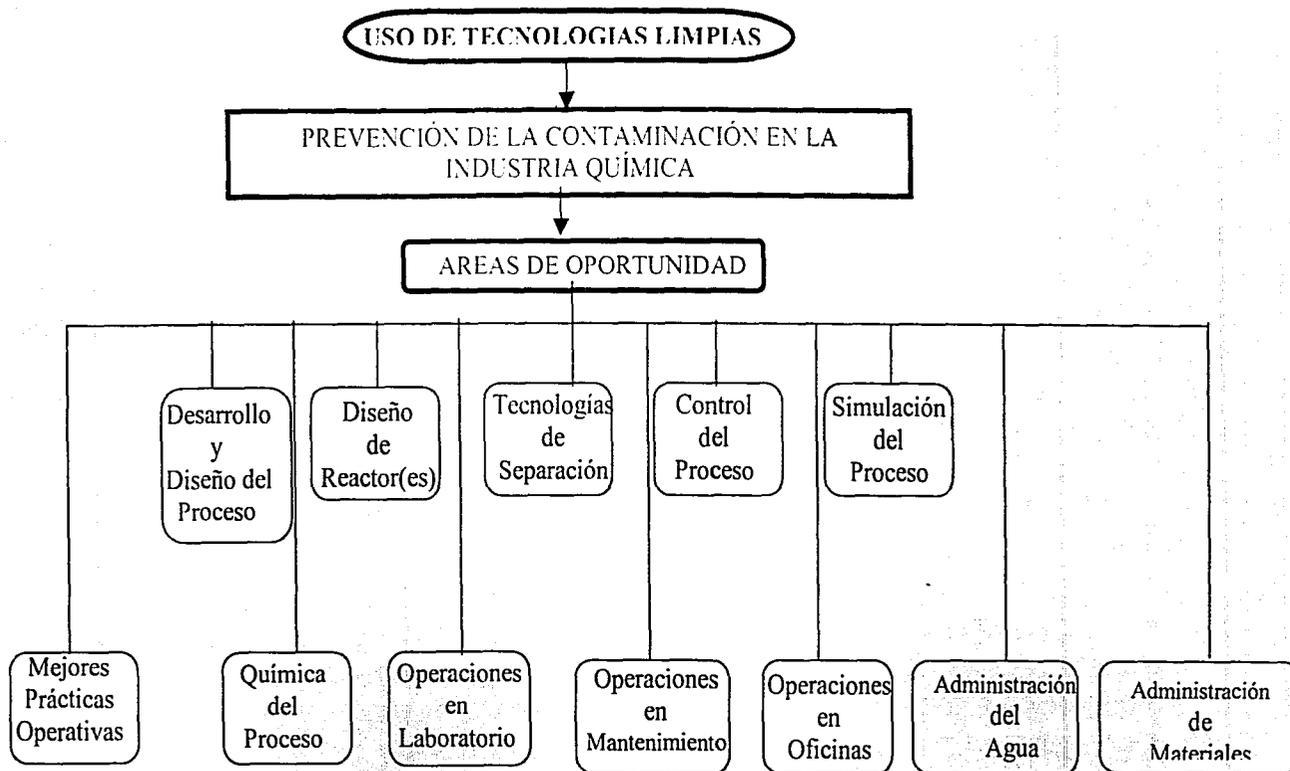


Figura 9-1 Áreas de Oportunidad para Abatir la Contaminación en la Industria Química

Fuente: Propuesta original de R. Del Río Soto

9.2 Mejores Prácticas Operativas

Con frecuencia la implantación de procedimientos operativos mejorados consiste en métodos totalmente simples que buscan hacer un uso óptimo de las materias primas y materiales, en general, empleados en el proceso de producción. Tales métodos normalmente no son nuevos ni desconocidos, resultan poco costosos para ser implantados e implican una inversión baja o modesta para ejecutarlos.

En cualquier empresa, el primer paso para instituir mejores prácticas operativas ligadas a la prevención de la contaminación es analizar el proceso actual de producción, efectuando un diagnóstico del mismo, a fin de encontrar maneras para incrementar su eficiencia, y por ende, abatir la contaminación. El diagnóstico debería incluir a todos los sectores o áreas del proceso desde la recepción de materias primas, pasando por la etapa de transformación, hasta el almacenamiento del producto final.

Un área importante que comúnmente se pasa por alto o no se le brinda la atención debida en muchas instalaciones de manufactura es la de manejo de materiales. Un manejo adecuado de los materiales debe asegurar que las materias primas lleguen al área de producción sin pérdidas por derrames, fugas o contaminación. Procedimientos apropiados también aseguran que los materiales se manejen con eficiencia en el proceso de producción.

Otra área crítica es la de mantenimiento. Un programa estricto de mantenimiento que impulse el mantenimiento predictivo y preventivo puede reducir de manera significativa la generación de desperdicios causada por fallas en equipos. Tal programa ayudará a localizar fuentes potenciales de liberación de contaminantes y a corregir el problema antes de que se presente una pérdida de material.

Un buen programa de mantenimiento debe incluir el registro de los costos de mantenimiento y la programación y monitoreo del mantenimiento preventivo. Para ser efectivo, un programa de mantenimiento debería formularse considerando las distintas etapas operacionales en el proceso de producción, dando una atención especial a los puntos de problemas potenciales. Debe conservarse un programa estricto con un registro exacto de todas las actividades de mantenimiento que se realizan. Hoy en día, se tienen disponibles a nivel comercial varios programas computarizados para programar y registrar los diversos tipos de mantenimiento. También existen varias tecnologías para efectuar pruebas no destructivas y evaluar de manera preventiva los equipos o sitios críticos del proceso (50).

Una vez que se han establecido los procedimientos apropiados de mejora operativa y de mantenimiento, deben documentarse por completo e

integrarse en los programas de entrenamiento del personal. De hecho, un programa integral de entrenamiento es un factor clave para lograr una reducción efectiva de desperdicios y contaminantes.

Para que un programa de entrenamiento resulte exitoso debe incluir a todos los niveles jerárquicos del personal desde el operador en línea hasta el director general. El objetivo de cualquier programa es lograr que cada empleado cobre conciencia sobre la generación de desechos, su impacto sobre la compañía y el medio ambiente, y aporte soluciones para minimizar tales desechos. El entrenamiento debería ser un proceso continuo con actualizaciones periódicas y con una interacción franca entre operadores y supervisores.

En la Tabla 9.2 que sigue se mencionan algunas prácticas de mejoras operativas que se ha encontrado conducen a prevenir la contaminación en la industria química y de proceso.

Tabla 9.2 Mejores Prácticas Operativas para Prevenir la Contaminación*

Práctica Operativa	Recomendaciones Generales
Segregación de desechos	<ul style="list-style-type: none"> • Evite el mezclado de desechos peligrosos con no peligrosos • Almacene materiales en grupos compatibles • Segregue los diferentes solventes • Aísle los desechos líquidos de los sólidos
Programas de mantenimiento predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Conserve registros históricos de los equipos sobre su ubicación, características y mantenimiento • Elabore un programa maestro de mantenimiento predictivo • Conserve los manuales de mantenimiento del proveedor a la mano • Utilice un programa computarizado
Programas de entrenamiento y concienciación	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar entrenamiento para: <ul style="list-style-type: none"> - Operación del equipo para minimizar el uso de energía y desperdicio de recursos - Manejo adecuado de materiales para reducir desechos y derrames - Resaltar la importancia de prevenir versus controlar la contaminación - Detectar y minimizar la pérdida de materiales al aire, tierra o agua - Disponer de procedimientos de emergencia para minimizar pérdidas de materiales durante accidentes.

Tabla 9.2 Mejores Prácticas Operativas para Prevenir la Contaminación
(Continuación*)

Práctica Operativa	Recomendaciones Generales
Supervisión efectiva	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la eficiencia de la producción y reducir la generación de desechos mediante una supervisión más cuidadosa. • Centralizar la administración de desechos • Establecer metas de prevención de contaminantes.
Participación del empleado	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la formación de círculos ambientales para abatir la contaminación • Impulsar y recompensar las sugerencias de los empleados para reducir los desechos.
Planeación y programación de la producción	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizar el tamaño del lote para reducir el desperdicio por lavado • Dedicar equipo a un solo producto • Alterar la secuencia de lotes para minimizar la frecuencia de lavado
Contabilidad y distribución de costos	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer el cargo de costos directos o indirectos a los procesos o productos específicos por descargas al aire, tierra o agua • Distribuir los costos por tratamiento de efluentes y por disposición a los procesos que generan los desechos • Distribuir los costos de servicios auxiliares a los procesos o productos específicos.

* Fuente: U.S. EPA, "Facility Pollution Prevention Guide", 1992

De manera adicional, se han dado a conocer algunas buenas prácticas operativas que aunque pueden no ser de aplicación general, sí pueden utilizarse en muchas instalaciones industriales (51):

- a) No sobretrate los efluentes. Puede ahorrarse una cantidad significativa de energía al disminuir la temperatura de los oxidadores térmicos, al reducir la caída de presión a través de los lavadores de gases, y al apagar aereadores innecesarios en los tratamientos de aguas de desecho.
- b) Si algunos aereadores se operan para alcanzar una demanda pico, quizás uno o más puedan pararse después.
- c) Comprenda si la planta de tratamiento de aguas de desecho agrega una base o un ácido para controlar el pH. Analice la opción de reducir los agentes químicos que controlan el pH. Cuestione todas las adiciones de ácido en el proceso. Considere el uso de desechos ácidos de otra parte de la

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

planta o un ácido que es generado como subproducto dentro del proceso.

- d) Evite dióxido de carbono excesivo en la operación de lavadores cáusticos. Éstos pueden a veces operarse a pH menor o igual a 8 y aún remover cloro, bromo, dióxido de azufre y ácido clorhídrico. Al operar a pH mayor, se desperdiciará la sosa cáustica.
- e) Observe cuidadosamente las prácticas de limpieza de equipos. Evite sobrecargar los tratamientos de aguas de desecho con desechos excesivos provenientes de lavado. Si el fluido de lavado es compatible con el proceso, considere recuperar el primer lavado y regresarlo al proceso durante el arranque. Si la limpieza debe hacerse con frecuencia, ahorre el último enjuague y utilícelo como enjuague inicial en el próximo paro. El agua de lavado puede a veces usarse con más eficiencia ajustando pH.
- f) Recicle las muestras al proceso, particularmente si son muestras de desechos peligrosos. No subestime el impacto de las muestras descartadas por el laboratorio en su tratamiento de efluentes. En general, minimice el número y tamaño de las muestras.
- g) Considere operar con menos tanques llenos en lugar de más tanques parcialmente llenos. Reduciendo el número de tanques en servicio y operándolos a un nivel constante se disminuyen las pérdidas de productos.
- h) Controle la pureza de los productos. Una pureza variable, incluyendo una sobre purificación intermitente, reduce la capacidad y aumenta el desperdicio sin proporcionar valor al cliente.
- i) Modifique los programas de producción para hacerlos más eficientes. Por ejemplo, ¿puede venderse un producto de menor calidad a determinado cliente, eliminando la necesidad de hacer limpieza del equipo y reducir el desperdicio?
- j) Selle el proceso y reduzca el intercambio de aire entre el equipo de proceso y el medio ambiente. Esto ahorra dinero al disminuir los costos por calentamiento, ventilación y aire acondicionado, y el costo de operación del equipo de control de emisiones.

- k) Monitoree de forma rutinaria las emisiones fugitivas. Las fugas de compuestos orgánicos en el agua de servicios deberían detectarse y corregirse de inmediato. Fuentes típicas de fugas incluyen a los cambiadores de calor y a los sellos de bombas. Ambas pueden corregirse económicamente con el mantenimiento adecuado.
- l) Minimice el almacenamiento de materias primas, productos intermedios y finales.
- m) Minimice los arranques y paros de las plantas. Al programar la producción, considere los desechos generados durante arranques y paros.
- n) Minimice las fugas de aire hacia los sistemas de vacío. Dichas fugas pueden a veces contaminar con orgánicos o partículas y luego se requerirá de un tratamiento.
- o) Regrese los empaques, materias primas no utilizadas y productos impuros a los proveedores
- p) Haga esfuerzos adicionales para colocar en los mercados a subproductos y coproductos.

9.3 Desarrollo y Diseño del Proceso

El término de "Desarrollo del Proceso" se refiere al refinamiento del concepto del proceso desde sus primeras fases conceptuales: articulación de los objetivos del proceso, selección de las etapas del proceso, determinación de limitaciones; a través del desarrollo de la ingeniería preliminar (estudios de factibilidad económica, diagramas de tubería e instrumentación y diagramas de flujo del proceso). El desarrollo del proceso también incluye los estudios experimentales realizados en el laboratorio, a escala de banco y en planta piloto. Los esfuerzos de desarrollo y diseño del proceso pueden orientarse hacia nuevos productos, o bien a la mejora de productos existentes o al incremento de la capacidad utilizada de las instalaciones actuales.

La principal razón para considerar la prevención de la contaminación desde la fase del desarrollo y diseño del proceso está relacionada con la eficiencia económica. El hecho de integrar los aspectos ambientales en forma temprana en el ciclo del desarrollo, permite anticipar consecuencias técnicas, económicas y reguladoras no previstas en las distintas opciones de diseño. El resultado neto será una reducción en los riesgos técnicos y económicos asociados con cuestiones ambientales.

Un primer paso clave en implantar la prevención de la contaminación en el desarrollo del proceso consiste en identificar clara y explícitamente los objetivos y limitaciones ambientales ligadas al proceso. En la Tabla 9.3 que sigue se muestran algunos ejemplos al respecto (52).

Tabla 9.3 Objetivos y Limitaciones Ambientales Vinculadas al Diseño del Proceso*

Objetivos	Limitaciones
Minimizar el uso de tóxicos en el proceso	Cumplimiento con todas las regulaciones ambientales aplicables.
Minimizar el impacto del ciclo de vida con parámetros financieros aceptables	Cumplimiento con los requerimientos permitidos para descargas y emisiones
Implantar todas las opciones de prevención de la contaminación salvando los obstáculos de inversión	Las cargas al proceso no deben exceder la capacidad de tratamiento de efluentes
Maximizar el uso de materias primas reciclables	Descarga cero de desechos regulados

*Fuente: Hydrocarbon Processing, "Design for Zero Releases", August 1990.

Las actividades que se efectúan a escala de banco están, por lo general, orientadas a obtener la información necesaria para diseñar el proceso de manufactura. Especialmente en los proyectos que involucran reacciones químicas no conocidas, los esfuerzos de desarrollo a nivel de banco juegan un papel importante en tratar de definir mejor los impactos ambientales potenciales ocasionados por el proceso. De esta forma, la química del proceso es el punto focal de la investigación, incluyéndose el estudio detallado sobre la estequiometría de la reacción, rendimientos, velocidades de reacción; calorimetría; actividad, selectividad y vida útil de catalizador; y a veces, el equilibrio termodinámico.

En la Tabla 9.4 siguiente se dan a conocer algunos de los datos típicos que necesitan considerarse durante la fase de desarrollo a escala de banco (53).

Tabla 9.4 Datos sobre Prevención de la Contaminación Generados a Nivel de Banco*

Operación Unitaria	Información Requerida
<ul style="list-style-type: none"> General 	Determinar velocidades de corrosión en materiales de construcción. Evaluar efectos catalíticos de materias primas (candidatos), impurezas en cargas
<ul style="list-style-type: none"> Reactores 	Determinar la estequiometría de la reacción. Calcular el rendimiento en el equilibrio. Medir actividad, selectividad y vida útil del catalizador Identificar y caracterizar los subproductos de la reacción Determinar la cinética de las principales reacciones laterales Evaluar efectos de recirculaciones
<ul style="list-style-type: none"> Destilación y otros procesos de separación 	Obtener datos de presión de vapor de productos finales e intermedios Conseguir datos de equilibrio líquido - vapor Determinar capacidad de carga y propiedades regenerativas de absorbentes.

Fuente: AICHE, "Process Modifications that Reduce Waste", 1991.

Luego, durante el diseño conceptual del proceso, se toman decisiones fundamentales acerca de la química deseada o las operaciones unitarias a usarse, la secuencia de las mismas, la relación del proceso con otras operaciones o plantas, y si el procesamiento va a ser por lotes o continuo. Con frecuencia, tales decisiones deben tomarse de manera preliminar antes de la recopilación de datos de ingeniería relativos a rendimientos del proceso, generación de subproductos, o la eficiencia de cualquier etapa necesaria de separación. No obstante, aún en esta fase conceptual es posible empezar a incluir algunas estrategias de prevención de la contaminación, tales como las que se indican en la Tabla 9.5 que sigue (54).

Tabla 9.5 Prevención de la Contaminación desde el Diseño Conceptual*

Recomendaciones Generales	
•	Considere reactores separados para las corrientes de recirculación, a fin de permitir la optimización de conversiones.
•	Tenga en cuenta columnas de destilación a baja temperatura al tratar corrientes de proceso que pueden reaccionar a temperatura moderada.
•	Evite las separaciones de adsorción cuando los lechos adsorbentes no pueden ser fácilmente regenerados
•	Considere el empaque de alta eficiencia en lugar del convencional de platos en las columnas; así se reduce la caída de presión y decrece la temperatura del rehedidor.
•	Tome en cuenta el procesamiento continuo cuando los desechos por limpieza mediante lotes son probablemente significativos.

*Fuente: Hydrocarbon Processing, "Minimize Waste During Design", April 1990.

Con un enfoque de prevención de la contaminación, tal vez la necesidad más crítica en esta etapa temprana del desarrollo del proceso reside en la identificación de las fuentes potenciales clave de generación de contaminantes a partir del diagrama preliminar del flujo de proceso.

Una vez que en el desarrollo del proceso se alcanza la etapa de planta piloto, prácticamente ya se dispone del estudio de la química del proceso. Entonces el énfasis se vuelca sobre aspectos relacionados con el diseño del equipo. El objetivo del desarrollo a nivel piloto, por lo general, persigue lograr lo siguiente:

- a) Demostrar la viabilidad técnica - económica del proceso en una escala adecuada.
- b) Obtener una mejor determinación de los parámetros clave del proceso y cuantificar las relaciones entre estos parámetros, estudiar el desempeño del proceso y los problemas de escalación.
- c) Confirmar los resultados de los estudios de laboratorio e investigar las variables del proceso que no son fácilmente escalables, tales como efectos de transferencia de masa y calor, y distribución de flujo en los equipos de proceso.

Asimismo, algunos aspectos que deberían ser explorados a mayor profundidad durante las pruebas en planta piloto dirigidas a prevenir la contaminación son:

- 1) Estudiar el efecto del mezclado del reactor y la distribución de cargas en la formación de subproductos no deseables.
- 2) Calcular las velocidades de ensuciamiento en los equipos de intercambio de calor.
- 3) Realizar estudios de corrosión.
- 4) Evaluar las velocidades de sedimentación y estabilidad del producto.
- 5) Recuperar y recircular solventes.
- 6) Reutilizar agua de alta pureza como el condensado.
- 7) Agotar el agua de desecho que contiene compuestos orgánicos volátiles.
- 8) Mejorar el desplazamiento de solvente atrapado en productos sólidos.
- 9) Incrementar la eficiencia de separación en sistemas líquido – líquido.

- 10) Eliminar los contaminantes peligrosos al ambiente.
- 11) Minimizar la degradación de productos.
- 12) No permitir que la contaminación atmosférica se convierta en contaminación de agua (51).

Con base en la información previa se va integrando la ingeniería preliminar del proceso, siendo uno de sus objetivos fundamentales poder hacer un estimado preliminar del costo de inversión, con un rango de $\pm 30\%$, así como un análisis económico del proceso. En la Tabla 9.6 que a continuación se muestra, se indican algunas estrategias para prevenir la contaminación durante la fase de ingeniería preliminar del proyecto (55).

Tabla 9.6 Estrategias para Abatir la Contaminación desde la Fase de Ingeniería Preliminar*

Actividad de Ingeniería	Estrategias
Diseño de recipientes	Asegurar fácil acceso a reactores, tanques, etc., para simplificar la limpieza de recipientes. Diseñar apropiadamente los drenes de tanques y recipientes para asegurar el vaciado completo de los mismos.
Diseño de tuberías	Recuperar las corrientes de desecho en forma separada. Minimizar la longitud de las tuberías, reduciendo el inventario de materiales. Minimizar el número de válvulas y bridas, usando piezas soldadas. Dirigir drenes, venteos y líneas de desfogue a recuperación o tratamiento. Especificar válvulas de cero emisiones.
Diseño de instrumentación	Seleccionar analizadores de proceso en línea para reducir las muestras de desechos. Utilizar puertos de muestreo en circuito cerrado Instalar equipo de monitoreo de mantenimiento preventivo. Instrumentar los cambiadores de calor para hacer monitoreo de ensuciamiento y fugas Considerar instrumentación de control avanzado de procesos.
Selección de materiales	Estimar los costos por disposición de materiales de desecho por efectos de corrosión Considerar materiales resistentes al ensuciamiento (por ejemplo, Teflón) en las superficies de intercambio de calor. Incluir recipientes con acabado de vidrio o polímero en recipientes de frecuente lavado.
Estimación de costos	Incorpore costos "escondidos" de desechos (por manejo, registro, tratamiento, disposición y multas) en las ecuaciones de costo.

*Fuente: Pollution Prevention Review, "Design for Environment – A New Strategy for Environmental Management", Winter 1991-1992.

Así como algunos principios generales como el diseñar para el desensamblado, el reciclado y la extensión del período de vida pueden aplicarse al diseño del producto, así también principios similares son aplicables al diseño del proceso, sobre todo en las primeras etapas del desarrollo del proceso (56). Algunos de dichos principios generales se resumen en la Tabla 9.7.

Tabla 9.7 Principios Generales en la Fase del Diseño del Proceso para Prevenir la Contaminación*

Principio	Lógica	Ejemplos
Minimice el número de etapas del proceso	Así se reduce el potencial por fugas, derrames y contaminaciones	Minimice el almacenamiento intermedio en lo posible. Busque una química más simple del proceso.
Minimice el potencial de fugas	Las emisiones fugitivas representan fuentes mayores de impacto ambiental	Especifique bombas sin sellos (no fugas). Utilice válvulas de bajas o cero emisiones. Pre-enfríe los fluidos volátiles antes de almacenarlos. Use accesorios soldados en tuberías. Reduzca el número de bridas, válvulas y puntos de muestreo.
Maximice la selectividad del proceso en cada operación unitaria	Al eliminar la producción de subproductos se reduce la carga corriente abajo y en el tratamiento de desechos	Recircule el agua de enfriamiento al proceso. Use integración térmica para reducir el consumo energético. Utilice actuadores de velocidad variable en bombas y compresores.
Segregue las corrientes del proceso	El mezclado de los desechos puede obstaculizar el reuso, reciclado y tratamiento	Evite el uso de drenajes y alcantarillados comunes en el proceso. Evite la contaminación del agua de lluvia en el área de proceso.
Diseño para operabilidad	Muchos desechos son resultado de trastornos en proceso, producto fuera de especificación, o mantenimiento y limpieza	Diseñe cambiadores de calor con márgenes más pequeños de operación para reducir ensuciamiento. Diseñe tuberías, bombas y recipientes de proceso con captura de drenado. Considere almacenamiento intermedio para recuperación y recirculación de fluidos de limpieza.

*Fuente: CMA, "Designing Pollution Prevention into the Process: Research, Development, and Engineering", May 1993.

9.4 Química de Proceso

Hasta hace poco, el criterio más importante para seleccionar la secuencia química de las etapas de un proceso industrial era el de rendimiento. Desde un punto de vista científico, el uso del rendimiento como criterio de selección era adecuado y bien soportado en la cinética y termodinámica de las reacciones involucradas, y en la mayoría de los casos también era favorable económicamente. Hoy en día, con un enfoque de prevención de la contaminación y con una fuerte presión por los altos costos por el tratamiento de desechos y el pago de multas por incumplimiento ante las regulaciones ambientales, el concepto previo de rendimiento no resulta aceptable. Ahora debe reconocerse que existe una nueva forma, una forma ecológicamente benigna de realizar las transformaciones químicas individuales o de hacer nuevas síntesis químicas para elaborar productos químicos industriales.

Desde la fase científica conceptual aunada a la de experimentación en laboratorio, cuando se está diseñando un proceso químico, deberán plantearse las siguientes interrogantes (57):

- ¿Qué desechos peligrosos se generarán en el proceso?
- ¿Qué sustancias tóxicas necesitarán ser manejadas por los trabajadores que elaboran el producto?
- ¿Qué contaminantes tóxicos pueden estar presentes en el producto final?
- ¿Qué aspectos de normatividad ambiental habrá que contemplar ligados al proceso?
- ¿Cuáles serán los costos por tratamiento de desechos generados en el proceso?

Al considerar en forma anticipada durante la selección y síntesis de un producto químico los impactos científicos, ambientales y económicos del proceso en particular, se podrá alcanzar una mejor prevención de la contaminación. Así por ejemplo, la selección del solvente adecuado debe tener en cuenta la jerarquía siguiente, en orden creciente de impacto ecológico (51):

- Agua
- Compuestos orgánicos no polares
- Compuestos alifáticos (punto de flash arriba de 140°F)
- Compuestos alifáticos (punto de flash abajo de 140°F)
- Aromáticos
- Halohidrocarburos:
 - a) HCFC's
 - b) Clorohidrocarburos
 - c) CFC's
- Compuestos orgánicos polares
- Alcoholes

- Ácidos orgánicos
- Otros compuestos oxigenados
- Compuestos nitrogenados
- Compuestos orgánicos halogenados
- Compuestos orgánicos clorados

Las técnicas modernas e instrumentos de avanzada tecnología de la química analítica pueden proporcionar el soporte tecnológico para monitorear en tiempo real, las condiciones para verificar la productividad de procesos industriales nuevos o modificados, a la vez que se evalúan y registran los posibles contaminantes, teniendo como meta su reducción o minimización.

A fin de tener éxito en el campo industrial, los instrumentos deben diseñarse a partir de principios básicos que satisfagan los requerimientos particulares del proceso. Por ejemplo, los analizadores en línea del proceso deben ser robustos, mantener estabilidad a lo largo del tiempo, operar de forma simple y confiable con tiempo mínimo para reparación y mantenimiento.

Existen en el mercado especializado, una gama de instrumentos modernos desarrollados para aplicaciones específicas tales como (58):

- Analizadores en línea para detectar clorohidrocarburos en las aguas de desecho y prevenir o minimizar la descarga inadvertida de contaminantes fuera de límites de batería de las instalaciones industriales.
- Analizadores en línea para determinar carbón orgánico total a fin de hacer detección de aminas en las corrientes de desecho. Esto resulta importante para la operación de tratamientos biológicos, detección de irregularidades en el proceso y para el cumplimiento de regulaciones ambientales.
- Sensores electroquímicos están cada vez jugando un papel creciente en la prevención de la contaminación, ya que proporcionan información del sitio en tiempo real acerca de la presencia y concentración de compuestos químicos en el proceso o en determinado medio ambiente.
- Aparatos de espectrometría de masa por introducción de membrana (MIMS, por sus siglas en inglés) son bastante promisorios para analizar compuestos dañinos al ambiente a partir de muestras pequeñas, con niveles de detección en partes por billón.
- La combinación de la tecnología de fibras ópticas con sensores ópticos avanzados está abriendo nuevos horizontes de monitoreo en los campos médico, clínico, ambiental e industrial.

En los Estados Unidos desde 1993, la Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos dependiente de la EPA (OPPT, por sus siglas en inglés) implantó el Programa SMART (Synthetic Method Assessment for Reduction Techniques) para evaluar las opciones de prevención de la contaminación durante la revisión inicial que deben presentar los fabricantes de nuevas sustancias químicas mediante las notificaciones de premanufactura a la EPA, para determinar si el nuevo producto químico no presenta riesgos imprevistos a la salud humana y al medio ambiente.

El objetivo de dicho programa SMART es la reducción del uso de compuestos tóxicos mediante la minimización de la utilización de sustancias químicas tóxicas y la generación de desechos tóxicos o la modificación de la química del proceso. Más que ajustar y controlar las variables del proceso para reducir marginalmente los desechos o emisiones producidas en una planta química, se hace una evaluación química de la ruta sintética seleccionada (incluyendo el tipo de cargas, reactivos, solventes, catalizadores, etc.) y los parámetros asociados del proceso (presión, temperatura, estequiometría, etc.).

Lo anterior puede resultar en el desarrollo de nuevos enfoques incluyendo rutas químicas alternas para lograr el objetivo de reducción de contaminantes en el origen o fuente. Para efectuar tal evaluación se requiere el concurso de especialistas en varias disciplinas científicas y tecnológicas, como son: química del proceso, diseño de reactores químicos, métodos de separación y administración industrial del proceso propuesto.

9.5 Diseño de Reactores

La importancia del diseño y selección adecuada de los reactores radica en que representan el corazón del proceso, es decir, el punto donde se genera la mayor parte de los desechos y es precisamente, donde el impacto más significativo de la prevención de la contaminación se puede lograr a través de un apropiado diseño y operación de los reactores químicos, al minimizar la generación de desechos en la fuente.

La prevención de la contaminación orientada a la modificación de los parámetros de reacción persigue fundamentalmente el cambio de selectividad de la reacción, de tal manera que las reacciones indeseables que producen los desechos se minimicen, mientras que al mismo tiempo se incremente la producción de compuestos deseables.

Debe aclararse aquí que el diseño de reactores químicos es el correspondiente a un tema complejo y especializado de la ingeniería química, basado en áreas como el balance de materiales y energía, transferencia de calor, transferencia de masa y transferencia de

momentum; razón por la cual en este apartado sólo se darán a conocer las generalidades sobre el mismo, a la vez que se enfatiza su importancia para la prevención de la contaminación.

En forma genérica, una reacción homogénea es aquélla que involucra una sola fase (sólida, líquida o gaseosa). En tanto que una reacción heterogénea involucra más de una fase, donde la reacción es usual que ocurra en o muy cerca de la interfase entre las fases. A su vez, una reacción irreversible es aquélla que procede en una sola dirección, esto es, de reactantes hacia productos; y continúa en esa dirección hasta que se agotan los reactantes. Una reacción reversible, por otra parte, puede proceder en cualquier dirección, dependiendo de las concentraciones relativas de los reactantes y productos con respecto a las concentraciones en el equilibrio químico. De esta forma, una reacción irreversible se comporta como si no existiera la condición de equilibrio.

Los reactores pueden clasificarse según su modo de operación en: por lote, semilote o de tipo continuo; y como se ha comentado por el número de fases que están en contacto en homogéneos o heterogéneos. Se pueden también presentar reactores múltiples y clasificarse en tres clases: en serie, en paralelo, o en combinación.

Los reactores homogéneos (en fase gaseosa o líquida) se clasifican por lo general en reactores agitados, que pueden ser operados por lotes o de forma continua; y en reactores tubulares. En tanto que los reactores heterogéneos o de sistemas multifásicos pueden ordenarse como: (a) sistemas de dos fases (gas-líquido, líquido-líquido, gas-sólido, y líquido-sólido); y (b) en sistemas de tres fases (gas-líquido-sólido). Más aún los reactores bifásicos y trifásicos pueden ser ya sea catalíticos o no catalíticos.

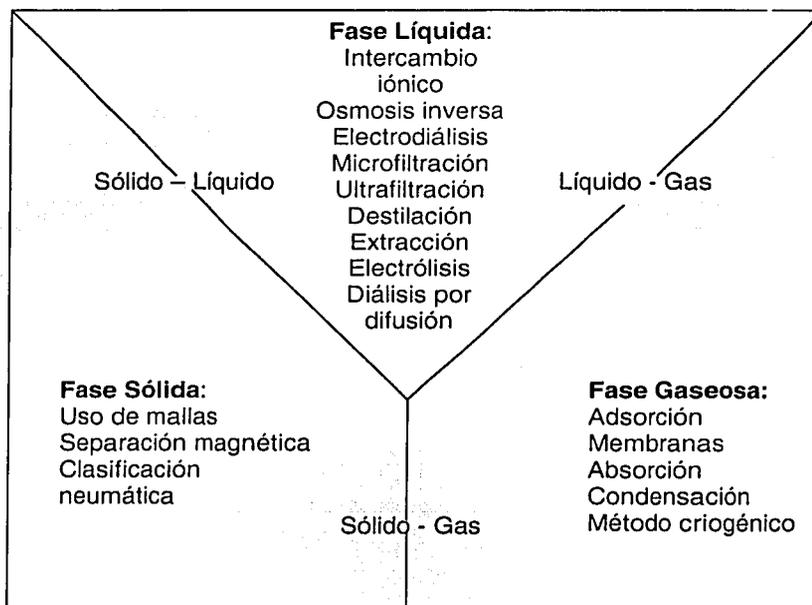
Habrá que volver a enfatizar que la prevención de la contaminación debe buscar la modificación de los parámetros de reacción, cambiando la selectividad de la misma a fin de minimizar las reacciones y productos indeseables. La selectividad puede afectarse al modificar cualesquiera de las condiciones de reacción: temperatura del reactor, presión del reactor, tipo de catalizador, condiciones de mezclado, temperatura de la carga, presión de la carga, relación de las concentraciones de las materias primas en la carga, tipo de reacción, clase de reactor y opciones de diseño. Como puede observarse, el tópico es complejo y requiere de un análisis profundo para cada caso en particular, no olvidando que los reactores representan el corazón del proceso, y es ahí donde deben concentrarse los esfuerzos de los especialistas para conseguir abatir de manera notable la generación de desechos a nivel industrial (59), (60), (61), (62).

9.6 Tecnologías de Separación

Las etapas de separación de un proceso industrial representan tecnologías fundamentales para prevenir la contaminación debido a su amplia gama de aplicaciones y posibilidades de resolver problemas. El rango de tecnologías incluidas en las separaciones es muy diverso y cubre desde las operaciones unitarias de la ingeniería química como la destilación y la extracción hasta la separación vía adsorción y membranas, y la separación de sólidos a través de clasificadores y campos magnéticos. En esta sección se hará una descripción breve y general sobre los conceptos de separación y las tecnologías más utilizadas, sin profundizar en los principios de ingeniería de las mismas, por considerar que quedan fuera del alcance de la presente tesis.

El término de separación relacionado a la prevención de la contaminación usualmente se refiere a la eliminación o aislamiento de los componentes en corrientes del proceso que pueden ser recuperados o reciclados y reutilizados en el proceso, o bien ser descartados como desechos o impurezas. En la Figura 9.2 que se muestra a continuación se indican las tecnologías de separación más importantes para abatir la contaminación industrial (63), (64), (65).

Figura 9.2 Tecnologías Clave de Separación para Prevenir la Contaminación*



*Fuente: Perry's Chemical Engineers' Handbook, 1984.

En una corriente líquida del proceso, las tecnologías básicas de separación persiguen normalmente eliminar: sólidos suspendidos; sólidos disueltos (por ejemplo, metales y sales disueltas); líquidos miscibles e inmiscibles (por ejemplo, aguas de desecho que contienen compuestos orgánicos, y sistemas de agua – aceite); gases disueltos (por ejemplo, compuestos orgánicos volátiles, COV's).

Mientras que en una corriente gaseosa, las tecnologías de separación están ligadas a la eliminación de: sólidos suspendidos (por ejemplo, partículas en un gas); gases miscibles (por ejemplo, compuestos orgánicos volátiles); y líquidos suspendidos o neblinas.

A su vez, en una corriente sólida, las tecnologías de separación se enfocan a la segregación y reuso de desechos presentes en mezclas de desperdicios sólidos industriales, mediante métodos muy conocidos como la utilización de cribas o mallas, la separación magnética o la clasificación neumática.

Las tecnologías de separación para prevenir la contaminación donde el medio primario de proceso es un líquido constituyen la gama más amplia de métodos en la práctica. En esta categoría, se incluyen la separación de: (a) sólidos suspendidos (por ejemplo, filtración); (b) sólidos disueltos (por ejemplo, uso de membranas); (c) líquidos miscibles (por ejemplo, destilación); y (d) gases disueltos (por ejemplo, agotamiento con aire de compuestos orgánicos volátiles en líquidos). Son varias las industrias, importantes para la economía mundial, que generan y manejan contaminantes en corrientes líquidas como la química, la petrolera, la de alimentos y bebidas, la del papel, y la de formación y acabado de metales. El amplio rango de tecnologías que se están utilizando y desarrollando es una consecuencia directa de la necesidad ocasionada por los grandes volúmenes que se procesan y por las estrictas regulaciones sobre la disposición de contaminantes líquidos, debido a que éstos presentan la facilidad de migrar hacia el suelo, los ríos, el mar y el agua subterránea.

La prevención de la contaminación en corrientes gaseosas está relacionada de manera fundamental con el tratamiento de contaminantes presentes en el aire. Muchas de las tecnologías de separación disponibles pueden usarse para reducir o eliminar contaminantes peligrosos en el aire, orientándose sobre todo a tratar de reciclar o reutilizar tales contaminantes en el mismo proceso, o bien, buscando que sirvan como materia prima para otros procesos industriales.

Las principales tecnologías para controlar los compuestos orgánicos volátiles (COV's) son: oxidación (térmica o catalítica); adsorción; membranas; condensación; y absorción. A excepción de la oxidación por combustión, las demás tecnologías están encaminadas a prevenir la

contaminación. En la Tabla 9.8 que sigue se señalan algunas ventajas y desventajas de dichas tecnologías de separación.

Tabla 9.8 Tecnologías para Control de COV's*

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Incineración catalítica	Alta eficiencia de destrucción. Menos cara que la oxidación térmica.	Sin recuperación de orgánicos. Potencial envenenamiento del catalizador. Alto costo de capital.
Adsorción (50-95%) ²	Efectiva para recuperación de solventes. Bajo costo de capital	No selectivo. Limitaciones por humedad en carbón activado
Membranas (90-99%)	Efectiva para recuperar compuestos de baja volatilidad. No necesita regeneración	Requiere pretratamiento cuidadoso. Baja selectividad.
Condensación (50-90%)	Efectiva para recuperar productos.	Aplicabilidad limitada. Usada como pretratamiento.
Absorción (>90%)	Efectiva para recuperar vapores orgánicos.	Aplicabilidad limitada

*Fuente: EPA, "Control Technologies for Hazardous Air Pollutants", 1993

9.7 Operaciones en Laboratorios

El laboratorio químico de una planta industrial está generalmente dedicado a realizar actividades relacionadas con el control químico del proceso y a efectuar algo de investigación aplicada, empleando una gran cantidad de reactivos químicos. En vez de utilizar pocos compuestos químicos, el laboratorio usa muchos reactivos químicos en pequeñas cantidades; de ahí que se presenten problemas únicos que requieren también de soluciones singulares desde un punto de vista de prevención de la contaminación.

Como en otras instalaciones que emplean productos químicos, la prevención de la contaminación en el laboratorio debe orientarse a la reducción de contaminantes en el origen; y la minimización, reciclado y recuperación de desechos o compuestos peligrosos. Sin embargo, la forma en que se efectúen estos procedimientos varía de manera notoria con respecto a otras áreas industriales.

Un primer paso que debe tomarse es evaluar los desechos generados en el laboratorio para considerar los posibles métodos de prevención a aplicar. Por lo general, las cantidades de agentes químicos son tan pequeñas que las emisiones al aire y agua representan tan sólo una parte

² ** Eficiencia = Recuperación / Destrucción

menor del volumen total de las instalaciones industriales emanada al ambiente, pero no por ello dejan de ser importantes. Por otra parte, debe darse especial cuidado a la reducción de residuos sólidos provenientes del laboratorio.

Los reactivos químicos que se descartan en el laboratorio significan un serio problema, ya que del 35 al 50% del total de desechos generados en el laboratorio corresponden a dicha categoría. Esto se debe a que hasta ahora, *pocos jefes de laboratorio han reconocido que el verdadero costo de un reactivo químico no reside sólo en su precio de compra, sino también en su costo por desperdicio o disposición.* Son varias las razones por las que se desechan los productos químicos en el laboratorio, por ejemplo: (a) por expiración en la fecha de uso de ciertos reactivos químicos y farmacéuticos; (b) agentes químicos que se adquieren sin cumplir la especificación requerida; (c) productos químicos contaminados durante su transporte y manejo; (d) recepción de muestras no deseadas; y (e) exceso de reactivos químicos por sobre compra, proyecto cancelado o investigación diferida.

Existen también los desechos de rutina que representan un volumen considerable del desperdicio total del laboratorio. Estos desechos se generan mediante un proceso repetitivo, tal como solventes derivados de las operaciones de limpieza, desperdicios analizados de corrientes del proceso, muestras tomadas para pruebas o para facilitar el control del proceso, y derrames de productos. La clave para reducir dichos desechos está en mejorar los procedimientos operativos, substituir productos, realizar buen mantenimiento y limpieza de áreas, y reducir la escala de los procesos.

El concepto de minimizar el desperdicio mediante la reducción del uso de productos químicos es tal vez la medida más básica para prevenir la contaminación. Una disminución en la escala (downsizing) trae consigo una serie de beneficios: se adquieren menos reactivos químicos, los volúmenes de desechos son menores, el equipo requerido de laboratorio es menos costoso, y se reducen los costos de operación. Asimismo, se disminuyen los requerimientos de espacio para equipos y almacén de reactivos químicos.

Otra medida que puede tomarse es la de substituir algunos de los reactivos químicos peligrosos por otros menos dañinos al medio ambiente. En la Tabla 9.9 que aparece a continuación se indican algunas sustancias químicas que pueden usarse en dicho sentido.

Tabla 9.9 Substitución de Reactivos Químicos Peligrosos*

Operación	Reactivos Peligrosos	Substitutos
Limpieza de material de vidrio	Soluciones de ácidos crómico y sulfúrico.	Limpiadores enzimáticos, detergentes
Prueba de iones haluro	Tetracloruro de carbono	Ciclohexano
Síntesis orgánica	Ión cromato	Ión hipoclorito
Prueba de metales pesados	Ión sulfuro	Ión hidróxido
Medición de presión de vapor – temperatura por isotensiscopio	Tetracloruro de carbono	Alcohol isopropílico
Determinación del peso molecular por descenso del punto de congelación	Benceno	Ciclohexano
Temperatura	Termómetros de mercurio	Termómetros de líquido rojo
Almacenamiento de especímenes biológicos	Formaldehído	Etanol u otro preservativo
Síntesis orgánicas	Éter etílico	Metil terbutil éter
Cambio de fase y depresión del punto de congelación	Acetamida	Ácido esteárico

* Fuente: National Research Council, "Prudent Practices for Disposal of Chemicals from Laboratories", 1983.

En forma adicional a la substitución por compuestos químicos más benignos, deben realizarse esfuerzos para eliminar o reducir las cantidades que se emplean en los procedimientos de laboratorio de sustancias químicas como explosivos; solventes halogenados; o metales pesados como arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, selenio y plata.

Últimamente está cobrando mayor auge el uso de simulación mediante computadora de las reacciones químicas, a pesar de las críticas de algunos profesionales de la química en el sentido de que aún no pueden ser reemplazadas las técnicas químicas vía húmeda. Las oportunidades que abre este nuevo campo para la prevención de la contaminación son muy halagadoras, ya que tal vez en el futuro dejarían de usarse muchos reactivos químicos en el laboratorio. Además de que se lograría una reducción significativa en los costos por adquisición, almacenamiento, distribución y disposición de reactivos químicos (66), (67), (68).

9.8 Operaciones en Mantenimiento

Sin duda que en un área donde la prevención de la contaminación puede aplicarse con ventajas es la de mantenimiento, puesto que ésta resulta vital para que la operación de la planta de proceso alcance los estándares de desempeño y confiabilidad indicados por el diseño y la ingeniería. Muchas actividades asociadas con el mantenimiento tales como limpieza de áreas, control de inventarios, segregación de desechos y limpieza de tanques deben considerarse dentro de un programa de prevención de la contaminación.

Todos los equipos físicos en una instalación de procesamiento químico son susceptibles de falla debido a ruptura, deterioro en su desempeño por antigüedad y uso, obsolescencia por cambios tecnológicos. Cada uno de estos aspectos puede afectar la contaminación de diversas formas:

- a) La falla resulta en pérdidas no planeadas en producción de productos o servicios, generación de desechos, y pérdida potencial de equipo.
- b) El deterioro trae por lo general consigo un aumento en la posibilidad de fallas, niveles inaceptables de calidad e incremento en la generación de desechos.
- c) La obsolescencia puede significar una situación donde los competidores logren un menor costo unitario de producción, menores costos por disposición de desechos, y un mejor desempeño ambiental.

Desde el punto de vista ambiental, existen dos tipos de mantenimiento, uno que es totalmente reactivo y otro, del todo proactivo. El mantenimiento *reactivo* con frecuencia no es planeado; puede ocurrir en caso de emergencia después de un paro de planta o de una situación ecológica incontrolable. El mantenimiento *proactivo*, por otra parte, se planea e inicia antes de que se presenten consecuencias adversas en la planta de proceso. El primero incluye al mantenimiento por descompostura (administración por crisis) y al mantenimiento indicativo (basado en la intuición de personal experimentado). A su vez, el segundo, se clasifica en: preventivo (monitoreo estrecho de cada equipo basado en su desempeño, analizando el potencial de posibles fallas en su origen); y de desarrollo (cuya meta no es alcanzar el nivel de desempeño estándar, sino excederlo con base en proponer mejoras al diseño y materiales más durables).

Con frecuencia, las fallas más comunes en los equipos relacionados con su confiabilidad, aparición de fugas y deterioro en su desempeño están vinculadas con su tiempo de vida útil, para la cual se han identificado tres

regiones: inicio de operaciones, período de operación normal y período de desgaste. En la Tabla 9-10 que sigue se indican las fallas más frecuentes que se presentan en cada una de las citadas regiones con la consecuente generación de desechos.

Tabla 9.10 Causas Comunes de Fallas de Equipos*

Región I: Inicio de Operaciones	
a.	Especificaciones inadecuadas de prueba
b.	Control inapropiado de calidad
c.	Procesos inadecuados de manufactura
d.	Materiales inadecuados
e.	Manejo inapropiado
f.	Componentes marginales
g.	Componentes sobrecargados
h.	Ajuste o instalación inapropiada
i.	Procedimientos de uso inapropiados
j.	Comprensión inadecuada del medio de instalación
k.	Entrenamiento inadecuado
l.	Prueba final incompleta
m.	Pobre interacción de subsistemas
Región II: Operación Normal	
a.	Márgenes insuficientes de diseño
b.	Mala aplicación
c.	Uso en ambiente equivocado
d.	Diseño inadecuado
e.	Factores desconocidos de causa
f.	Niveles predecibles de falla por diseño
g.	Fugas inherentes a manufactura
Región III: Período de Desgaste	
a.	Raspaduras
b.	Corrosión, fricción, desgaste
c.	Envejecimiento
d.	Mala alineación
e.	Mantenimiento preventivo inapropiado
f.	Interferencias de ajuste en ensamblado
g.	Esfuerzos incipientes

* Fuente: Handbook of Reliability Engineering and Management, 1988.

Por lo general, los desechos relacionados con el mantenimiento pueden agruparse en tres categorías, las cuales deben contemplarse dentro de un programa de prevención de la contaminación: (a) desechos evitables mediante el mantenimiento; (b) desechos del proceso removidos durante el mantenimiento; y (c) desechos generados durante el mantenimiento.

En la primera categoría, existen desechos que pueden reducirse o eliminarse mediante un buen mantenimiento, por ejemplo, materias primas sin reaccionar, impurezas o subproductos generados en el proceso debido a la reducción en la eficiencia de los catalizadores o a un deterioro operacional; material de proceso purgado de recipientes o líneas durante arranques y paros de emergencia; emisiones fugitivas por fugas en equipos; y otros desechos generados por eventos adversos: explosiones, fuego, fractura de equipos, derrames.

En cuanto a la segunda categoría, desechos del proceso que hay que remover al hacer mantenimiento, se incluyen a materias primas sin reaccionar, impurezas o subproductos gastados, tales como catalizadores, aceites y solventes; y material de proceso purgado durante el paro planeado de la unidad de proceso.

Y en lo referente a la tercera categoría, desechos generados al efectuar el mantenimiento, se pueden considerar a agentes de limpieza (ácidos, solventes, etc.); material de remoción de recubrimientos y pinturas; empaques gastados; internos de válvulas; empaques de equipos; ropa de protección; pintura residual; solventes; tubería desgastada; equipo obsoleto y aislamiento.

En los últimos años se ha venido señalando que las prácticas convencionales de mantenimiento de "operar, fallar y arreglar" ya no satisfacen ni son convenientes para la industria química y de proceso; es decir, los procedimientos rutinarios basados en baja tecnología deben desaparecer. La tendencia está dirigida a utilizar mejores herramientas de diagnóstico, capacidad avanzada para recopilar datos e información, sistemas computarizados para administrar el mantenimiento (CMMS, por sus siglas en inglés), que en conjunto proveen una excelente oportunidad para caracterizar los desechos y evaluar alternativas para abatir la contaminación mediante un mejor mantenimiento (69), (70), (71), (72).

9.9 Control del Proceso

Es necesario recordar que el objetivo primordial de las plantas químicas y de proceso es optimizar la eficiencia global de producción y la calidad de los productos finales. Además de los beneficios obvios de mayores utilidades, el incremento en la eficiencia de producción con frecuencia resulta en una reducción de las emisiones, o en una disminución de desechos sólidos. La aplicación de métodos apropiados de instrumentación y control trae consigo un control más eficiente del proceso y una generación reducida de contaminantes y materiales de desecho.

La eficiencia de un sistema de control puede atribuirse a una combinación de las características siguientes: (a) precisión, estabilidad y repetibilidad

de la medición; (b) ubicación de los sensores; (c) acción de respuesta del controlador: proporcional, integral, derivativa, en cascada, etc.; (d) dinámica del proceso; (e) elemento final de control, características y ubicación; y (f) confiabilidad del sistema global.

De forma sorprendente, muchas veces, instrumentos muy precisos y caros son instalados inapropiadamente o son utilizados de manera limitada. Como resultado se tendrá una medición y control poco confiables. Y por tanto, el pobre desempeño del sistema de control provocará un aumento en la producción de desechos o emisiones contaminantes no controladas.

De ahí que la generación de desechos o emisiones contaminantes pueda frecuentemente reducirse al mejorar el sistema de control del proceso. Tanto los procesos individuales como su efecto combinado en las instalaciones industriales deben evaluarse para determinar la relación costo / beneficio de las posibles mejoras al sistema de control. En la Tabla 9.11 que sigue se dan a conocer algunos de los costos y ahorros potenciales que resultan de mejorar el control del proceso.

Tabla 9.11 Costos y Ahorros Potenciales del Control Mejorado del Proceso*

Costos	Ahorros Potenciales
Compra de instrumentación y aparatos de control	Mejor eficiencia en producción Mayor calidad de productos
Instalación, programación y arranque	Aumento en seguridad Menor contaminación
Entrenamiento	Reducción de desechos y contaminantes
Mantenimiento	Disminución de costos por: <ul style="list-style-type: none"> - Almacenamiento de desechos - Pretratamiento - Manejo de desechos - Relleno sanitario - Multas

*Fuente: ISA, "Environmental Control Systems", 1992.

Normalmente, la mejora en la eficiencia de la producción y la reducción en la generación de desechos puede lograrse al enlazar los subsistemas individuales de control del proceso de toda la instalación o complejo industrial a través de un sistema de control distribuido (DCS, por sus siglas en inglés), un controlador lógico programable (PLC), un sistema supervisor de control y adquisición de datos (SCADA), o bien un híbrido de ellos usando, por ejemplo, redes locales por áreas (LAN's); o bien empleando sistemas avanzados de control (ACS). También se encuentran disponibles sistema de monitoreo continuo de emisiones (CEM's) que permiten precisamente monitorear fuentes múltiples y remotas dentro de la misma instalación industrial.

Entre las ventajas comunes que ofrece una red de sistemas de medición y control se cuentan las siguientes: monitoreo del desempeño en línea; control de inventarios; monitoreo remoto de datos y registro histórico; más fácil implementación y modificación de las estrategias de control; generación de informes; intercambio de información entre subsistemas; análisis estadístico; simulaciones interactivas de procesos; administración de la energía; y mejor definición de estrategias para abatir la contaminación.

Efectivamente, tales ventajas pueden usarse para medir y disminuir la generación de desechos y limitar las emisiones contaminantes en una instalación industrial. Asimismo, la paquetería (software) disponible para hacer simulaciones de proceso permite indagar sobre las mejores estrategias iniciales de control, trabajando fuera de línea con simuladores dinámicos, sin perturbar la operación real del proceso, abatiendo así la producción de contaminantes.

Lo que sí debe enfatizarse es que siempre debe buscarse el mejor balance posible entre los aspectos de seguridad, prevención de la contaminación, conservación de la energía, y los costos de capital y operación. Así también, las decisiones que se tomen para mejorar el control del proceso deben cumplir con las regulaciones aplicables en cuestiones ambientales, energéticas, de salud y seguridad industrial (73), (74), (75).

9.10 Operaciones en Oficinas

Las operaciones que se realizan en oficinas proporcionan un campo importante, y a menudo subestimado, donde existen oportunidades para prevenir la contaminación. En la mayoría de las empresas, la atención principal está dirigida a reducir o eliminar los materiales peligrosos y los desechos resultantes de las operaciones de manufactura. Así que, el área de oficinas es con frecuencia desatendida en cuanto a las oportunidades potenciales que presenta para abatir o reciclar distintos tipos de desechos. Los beneficios más obvios de establecer un programa de prevención de la contaminación en oficinas son reducir desperdicios y lograr ahorros en costos. Se generan cantidades considerables de desechos en las oficinas, tales como productos de papel, cartón, metal, madera y material orgánico derivado de desperdicios de alimentos. Aunque la mayoría de los desechos de oficinas no son peligrosos, algunos de ellos pueden contener algunos constituyentes que sí lo son. En la Tabla 9.12 que se muestra enseguida, se indican los desechos más comunes generados en operaciones de oficinas.

Tabla 9.12 Desechos Comunes Generados en Operaciones de Oficinas*

Actividad	Tipo de desecho
General	Papel, cartón, cartuchos de tinta para impresoras y fotocopiadoras, cintas para máquinas de escribir e impresoras, lápices y plumas.
Bodegas	Archivo "muerto", papelería en desuso, material descartado para empaque.
Consumo personal de empleados	Periódicos, alimentos, latas de aluminio envases plásticos y de vidrio, vasos de cartón y poliestireno, bolsas de plástico y papel, empaques de comida rápida.
Mantenimiento	Productos de limpieza química, contenedores vacíos, trapos, toallas de papel, lámparas incandescentes.
Misceláneos	Equipo roto o de sobra, carpetas, plumas desechables, clips, grapas. Desechos peligros: Agentes químicos para limpieza, baterías, líquidos correctores, lámparas de mercurio.

*Fuente: National Office Products Association, "Resource Guide to Office Products Manufacturers' Recycling Programs and Products", 1991.

Beneficios adicionales para incluir las operaciones en oficinas dentro del programa general de prevención de la contaminación son la educación que se brinda a los empleados y la percepción que se da como un esfuerzo de la empresa para abatir la contaminación. Se requiere de una participación activa por parte de cada uno de los empleados a fin de que el programa sea exitoso. Practicar con el ejemplo los principios de prevención de la contaminación en la oficina resalta los conceptos de responsabilidad ambiental de la compañía hacia un mayor número de sus empleados.

Los desechos de oficinas pueden tratarse mediante varias técnicas relativamente simples de prevención y reciclado, que por lo general no involucran grandes capitales de inversión, cambios de ingeniería en las líneas de producción, o entrenamiento extensivo al personal. Es necesario realizar un análisis de reducción de desechos para identificar las oportunidades de eliminar, abatir o reciclar las diversas clases de desperdicios.

Sin duda que la reducción en la fuente es el principal esfuerzo que debe hacerse para abatir la cantidad y toxicidad de los materiales y productos usados, y luego descartados, de las distintas operaciones de la empresa.

Las prácticas de procuración o adquisición de materiales pueden servir para disminuir los desechos en las oficinas. La procuración vista con el enfoque de reducción en la fuente es a menudo el camino más efectivo para abatir los desechos, ya que puede eliminar o reducir la toxicidad o cantidad de un producto o material destinado a volverse un desecho, justo en el momento en que se toma la decisión de compra del mismo. La procuración también puede usarse en el control de inventarios.

Modificando las prácticas y procedimientos pueden reducirse los desechos por sobre - compra o por tiempo de expiración en materiales que se vuelven obsoletos. Algunas de las prácticas sencillas que pueden aplicarse son: (a) solicitar la utilización completa de los materiales; (b) usar más los bienes durables; (c) minimizar el empaque innecesario; (d) eliminar el uso de artículos desechables o de "útese y tírese"; (e) colocar contenedores clasificados para reciclado de desechos; (f) substituir materiales tóxicos por otros benignos al medio ambiente; (g) adquirir equipos eficientes en el uso de la energía y del agua; (h) utilizar diseños modulares; e (i) comprar artículos de larga duración.

A diferencia de otros métodos de prevención de la contaminación, el reciclado representa una técnica del tipo "al final del tubo". El reciclado recupera los materiales destinados para su disposición y los convierte en productos útiles. Los beneficios del reciclado están bien documentados; siendo el más obvio beneficio el de la conservación de los recursos naturales.

El reciclado también puede resultar benéfico desde el punto de vista financiero. Algunos recicladores pagarán por ciertos materiales reciclables como el aluminio, mientras que otros aceptarán los materiales pero no pagarán por ellos, o incluso pedirán un pago por coleccionar y procesar el material. El mayor ahorro económico ligado al reciclado es el dinero ahorrado por no tener que pagar para que se recoja el material y se disponga de él como desecho.

Puede resultar bastante provechoso establecer en toda la compañía una política de procuración de materiales que establezca una clara preferencia para adquirir productos reusables y menos tóxicos, así como con carácter reciclable.

Un programa efectivo de reciclado debe ser uno que sea simple en su diseño. Para maximizar los resultados y minimizar los problemas, el programa debe ser fácil de entender para los empleados. Los puntos básicos de tal programa deben al menos ser los siguientes: (a) identificar las oportunidades de mercado para materiales reciclables a nivel regional; (b) analizar los materiales reciclables generados en las oficinas, distinguiendo en cantidad y valor comercial; (c) negociar preferentemente contratos de largo plazo para reciclado; (d) diseñar un programa para coleccionar los distintos materiales reciclables.

Debe recordarse que se necesita de un continuo esfuerzo de concienciación y educación a fin de alcanzar el éxito en la implantación de un programa de reducción de desechos. Los empleados requieren saber qué se espera de ellos y porqué (76), (77).

9.11 Simulación del Proceso

Por lo general, la meta del diseño de procesos es identificar alternativas de operación que presenten buen desempeño con respecto a los objetivos del proceso, tales como costos de inversión y operación, seguridad, confiabilidad e impacto ambiental. La simulación del proceso ayuda en gran medida a encontrar la mejor opción de una forma rápida y efectiva.

Aunque el uso de simulación para analizar procesos está ampliamente difundido, muchas de las herramientas disponibles para diseño y simulación de procesos carecen de las características esenciales requeridas para de manera explícita evaluar el impacto ambiental de procesos nuevos y existentes.

Con el propósito de identificar cómo los aspectos ambientales deberían incorporarse en la síntesis de procesos y en las herramientas de simulación en la industria química, se considera indispensable (78):

- a) Caracterizar las propiedades ecológicas de las diversas corrientes de desecho del proceso.
- b) Desarrollar herramientas integrales de diseño que combinen la simulación con la síntesis del proceso, y consideren aspectos de diseño, tales como la selección de materias primas y solventes, la secuencia de las etapas de reacción y separación, y las opciones de reciclado de subproductos al proceso.
- c) Implementar metodologías y herramientas para identificar y evaluar alternativas ambientalmente benignas mediante diversas rutas de reacción.
- d) Desarrollar herramientas que puedan integrar el diseño de manufactura con el tratamiento al "final del tubo" y estimen de manera cercana los costos reales de tratamiento de desechos y disposición final, incluyendo costos intangibles, tales como pagos por multas, servicios legales y relaciones públicas.
- e) Diseñar algoritmos para seguir la huella con precisión a los desechos a través del proceso y las distintas corrientes.

Se han diseñado algunos simuladores de proceso con enfoque ambiental que parten de la base que algo de la contaminación en la industria química es inevitable, ya que viene dada por la misma química del proceso, por tanto se hace necesario considerar: (1) un módulo de manufactura, donde se tomen en cuenta los procesos alternativos para prevenir la contaminación durante la elaboración del producto deseado; y (2) un

módulo de tratamiento al “final del tubo”, donde se hace el esfuerzo por reducir el impacto ambiental del desecho o residuos inevitables.

Cada módulo consiste de, por lo menos, tres componentes: (a) simulación del proceso; (b) evaluación económica; y (c) un banco inteligente de datos que apoya con información para minimizar desechos mediante modificaciones al proceso. Cada componente está integrado como sigue:

- a) Simulación del proceso: Balances de materia y energía, programación del proceso, emisiones del proceso y caracterización de las corrientes de desechos.
- b) Evaluación económica: Costo de capital, costo de materias primas, costo de servicios auxiliares, costo de mano de obra, costo del tratamiento, costo por disposición final, análisis de flujo de efectivo y análisis de rentabilidad.
- c) Banco inteligente de datos: Selección de materias primas y solventes, recirculación de subproductos, recuperación de materiales, tratamiento de desechos y disposición final.

Los submódulos de simulación del proceso y evaluación económica están íntimamente entrelazados en un ambiente interactivo que facilita de forma rápida desarrollar, analizar y evaluar plantas químicas y calcular las etapas de recirculación de residuos, recuperación, tratamiento y disposición final.

Particularmente, el submódulo inteligente de datos que permite la minimización de desechos puede estar formado por los siguientes elementos:

- a) Selección de materias primas y solventes – Apoya en escoger de forma preliminar a las materias primas y/o solventes más apropiados para el proceso. Está conectado con una gran base de datos de diversos compuestos y solventes. Para cada componente, el sistema proporciona propiedades físicas y ambientales, y avisa al usuario cuando se están seleccionando materias primas y/o solventes que resulten dañinos al medio ambiente.
- b) Reducción en el origen y recirculación al proceso – Analiza las corrientes de desecho de la planta química a fin de identificar oportunidades para abatir contaminantes en la fuente y recircular en forma de circuito cerrado al mismo proceso.
- c) Recuperación de materiales – Evalúa las corrientes de desecho de la planta química y recomienda opciones de recuperación de

componentes valiosos. Las decisiones las basa en las cantidades relativas y propiedades físicas y químicas de los diversos componentes.

- d) Tratamiento de desechos – Sugiere alternativas para el tratamiento de desechos de las corrientes a las que se les recuperan componentes valiosos.
- e) Disposición final de desechos – Recomienda opciones para la disposición final de todo lo que no sea posible recuperar o tratar. Entre las alternativas se tienen las de incineración, relleno sanitario o aplicaciones con lodos activados.

La simulación de procesos con enfoque ambiental puede llegar a tener un papel muy importante en abatir la contaminación y en diseñar procesos que sean mucho más amigables con el medio ambiente; además de lograr procesos más rentables económicamente (79), (80).

9.12 Administración del Agua

En este apartado se pretende establecer una estrategia global para implantar un programa de administración del agua como apoyo a la prevención de la contaminación, dividido en dos grandes áreas: reducción del uso del agua y abatimiento en la generación de agua de desecho, siguiendo el orden de jerarquización que continúa: (a) disminución en el flujo de agua y agua de desecho; (b) recirculación del agua; (c) recuperación de subproductos; y (d) reuso del agua.

En lo referente a la reducción de agua de desecho, por lo general, pueden usarse diversas técnicas para minimizar la cantidad de agua utilizada en varias aplicaciones. Dichas técnicas, comúnmente, se asocian alrededor de las siguientes áreas:

- 1) Entrenamiento al personal para administrar el agua
- 2) Minimización en el uso de agua en operaciones en plantas
- 3) Disminución en el uso de agua sanitaria.

En términos amplios, un programa de entrenamiento para administrar mejor el agua debe incluir lo que sigue:

- Hacer conciencia acerca de la importancia en reducir el agua de desecho.
- Establecer metas cuantificables para abatir el agua de desecho.

- Entrenar al personal en técnicas de reducción de agua de desecho y en prácticas para minimizar el uso del agua.
- Implantar técnicas para abatir el agua de desecho y prácticas para disminuir el uso del agua.
- Monitorear el progreso hacia las metas trazadas y ajustar los objetivos si no son alcanzables.
- Lograr la reducción real de agua de desecho.

Ahora bien, en cuanto a la minimización en el uso de agua en operaciones en plantas, se pueden hacer modificaciones al proceso y/o cambios en las operaciones de la planta. Las modificaciones al proceso están ligadas a cambios en algunos equipos, como por ejemplo: reemplazar un sistema de intercambio de calor con agua de enfriamiento por uno basado en aire como medio de enfriamiento, substituir una torre de enfriamiento por un paquete de enfriamiento basado en un refrigerante; cambiar un lavador de gases por un bolsa filtradora. En la Tabla 9.13 se resumen algunas técnicas que pueden servir para hacer cambios en las operaciones tendientes a abatir el consumo del agua (81).

Tabla 9.13 Técnicas para Minimizar el Uso del Agua*

Áreas de Oportunidad	Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> • Mejoras en operaciones en equipo de limpieza 	Instrumentos de limpieza mecánica Boquillas de alta presión Recubrimiento de tanques (laineado) Secuencia de enjuague a contraflujo Coordinación en el programa de limpieza Coordinación en el programa de producción Limpieza de tuberías Prácticas de limpieza en seco
<ul style="list-style-type: none"> • Maximizar la vida efectiva del agua en plantas 	Secuencia de enjuague a contraflujo Medición de la conductividad Uso de agua desionizada como repuesto
<ul style="list-style-type: none"> • Optimizar uso del agua 	Sellos mejorados en bombas y válvulas Control de flujo automático en equipos Restricciones de flujo y monitoreo de flujo Control de nivel de agua Trazado de calor en tuberías

*Fuente: R.L. Culp, "Treatment Processes to Meet Water Reuse Requirements", Water/Engineering & Management, 1991.

Y en lo que respecta a reducir el uso de agua sanitaria, puede de manera general decrecerse mediante la utilización de instrumentos y sistemas que restrinjan su uso en lavabos, muebles sanitarios, regaderas, fuentes de agua y fuentes para beber.

La operación de recirculación o reciclado puede minimizar el uso del agua con su correspondiente reducción en el flujo del agua de desecho. Por definición, el reciclado comprende el uso de agua de desecho no tratada en alguna aplicación que es compatible con la calidad de dicha agua de desecho. Es importante entender la diferencia básica entre recirculación y reuso del agua de desecho. Específicamente, los esfuerzos de reciclado no involucran la etapa de tratamiento, usando el agua de desecho de forma directa en otra aplicación, mientras que el reuso del agua de desecho implica el tratamiento previo al uso del agua de desecho en otra aplicación.

Debido a que el reciclado del agua de desecho no involucra el tratamiento, su número de oportunidades es menor que las que se tienen para el reuso del agua de desecho. En la Tabla 9.14 siguiente se mencionan las fuentes principales de agua industrial de desecho y sus correspondientes aplicaciones como reciclado (82).

Tabla 9.14 Recirculación Potencial del Agua Industrial de Desecho*

Fuente del Agua de Desecho	Aplicación de Reciclado
<ul style="list-style-type: none"> ● Purga de torre de enfriamiento 	Agua de lavado Agua de servicios Sello de agua en acumulador del quemador elevado Enfriamiento de bombas Agua de repuesto a lavador de gases
<ul style="list-style-type: none"> ● Purga de calderas 	Agua de repuesto a caldera de baja presión
<ul style="list-style-type: none"> ● Agua de enjuague 	Enjuague a contracorriente
<ul style="list-style-type: none"> ● Agua de enfriamiento (de un solo paso) 	Estanque de enfriamiento Agua de enfriamiento para compresores Agua de proceso
<ul style="list-style-type: none"> ● Condensado de tanques o procesos 	Agua de repuesto a calderas

*Fuente: Metcalf & Eddy, "Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater", 1981.

Debe darse una alta prioridad a la recuperación de contaminantes potenciales en aguas de desecho y en agua de proceso. Después de que se hayan tomado medidas para reducir el flujo y reciclado del agua, habrá que tener en cuenta el control de contaminantes al medio ambiente. La recuperación de subproductos es única en el sentido de que recupera los contaminantes en lugar de destruirlos o perjudicar la calidad del efluente final. La recuperación de subproductos deberá considerarse cuando la sustancia tiene valor comercial o cuando su disposición o tratamiento en el agua de desecho será costoso.

La recuperación de subproductos como medida de prevención de la contaminación debe basarse en una revisión objetiva de criterios como los siguientes:

- a) El valor del subproducto recuperado comparado con el costo de disposición
- b) La factibilidad de recuperación a un costo razonable
- c) La selección de la tecnología apropiada de recuperación
- d) La definición de políticas institucionales

Generalmente, las tecnologías que pueden utilizarse para recuperar subproductos son muy dependientes de la aplicación particular. En la Tabla 9.15 se indican algunos ejemplos de tecnologías que son aplicables para recuperar una gama de materiales. Muchas de dichas tecnologías también se usan para aplicaciones de reuso del agua.

Tabla 9.15 Tecnologías de Recuperación de Subproductos*

Tecnología	Aplicaciones
Cristalización	Recuperación de minerales
Electrodialisis	Soluciones para concentrar salmueras Recuperación de ácidos Recuperación de metales
Precipitación selectiva	Soluciones para recubrimiento con metales (Ag, Au, Ni)
Destilación	Purificación de solventes Recuperación de alcohol
Extracción con solventes	Extracción de compuestos orgánicos valiosos del agua
Biotecnología	Formación de metano por descomposición anaeróbica de compuestos orgánicos Concentración de metales preciosos
Ultrafiltración	Recuperación de pesticidas
Osmosis inversa	Concentración de sales Recuperación de ácidos Recuperación de pesticidas
Intercambio selectivo de iones	Concentración de amoníaco Recuperación de metales de soluciones para recubrimiento
Evaporación	Extracción de proteínas Concentración de metales

*Fuente: U.S. EPA, "A Compendium of Technologies Used in the Treatment of Hazardous Wastes", 1997.

Dos factores importantes deben evaluarse cuando se buscan opciones para reusar el agua de desecho. Primero, la calidad del agua de desecho reusada debe considerarse según la aplicación para la cual se pretende utilizar. Segundo, debe seleccionarse el tratamiento tecnológico capaz de alcanzar la calidad requerida del agua.

El agua de desecho tratada puede reusarse en varias aplicaciones, minimizando así el uso del agua y reduciendo los flujos de agua de desecho. Por ejemplo, dicha agua tratada puede reusarse en las aplicaciones siguientes: a) irrigación para agricultura; b) irrigación de parques, jardines, cementerios, zonas residenciales; c) reuso industrial; d) recarga de agua subterránea; e) usos ambientales o recreativos; y f) usos urbanos como agua no potable: contraincendio, muebles sanitarios y aire acondicionado.

En la Tabla 9.16 que se muestra adelante, se indican varias tecnologías de tratamiento que pueden emplearse para tratar aguas de desecho para ser reusadas en otras aplicaciones (83).

Tabla 9.16 Tecnologías de Tratamiento Aplicables para el Reuso de Agua de Desecho*

Tecnología	Aplicación
Evaporación	Tratamiento de desechos peligrosos Tratamiento de desechos de solventes con constituyentes no volátiles
Filtración	Desaguado de residuos sólidos Remoción de sólidos suspendidos en líquidos
Sedimentación	Eliminación de sólidos más densos que el agua
Carbón activado	Remoción de muchos compuestos orgánicos e inorgánicos Tratamiento de desechos orgánicos, clorohidrocarburos y aromáticos Captura de compuestos volátiles orgánicos en mezclas gaseosas
Intercambio iónico	Remoción de sólidos suspendidos totales e iones metálicos tóxicos Reducción de dureza
Ultrafiltración	Eliminación de sólidos suspendidos totales, turbidez y aceite
Electrodialisis	Remoción de sólidos suspendidos totales Recuperación de sales metálicas
Osmosis inversa	Remoción de DBO, DCO, SST, NH ₃ -N, SDT y fósforo

*Fuente: Metcalf & Eddy, Inc., "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse", 1991.

9.13 Administración de Materiales

El hecho de mejorar la administración de materiales produce beneficios no sólo de tipo ambiental, sino también económicos y de salud y seguridad industrial, tanto en los departamentos en particular, como en toda la organización. Una administración eficiente y efectiva de materiales debe incluir el control en la adquisición, manejo de materiales para disminuir desperdicios, reducción de almacenes en las instalaciones, y mejora en el uso y reuso de materiales – lo que en esencia representa el objetivo primordial de la prevención de la contaminación.

La administración de materiales representa un elemento importante de cualquier programa para abatir la contaminación, ya que permite reducir la cantidad de productos tóxicos o peligrosos dentro de las instalaciones, pero para ello se requiere saber: a) adquisición de materiales (cantidades y formas); b) actividades y procesos, incluyendo el reciclado (programas, tasas de consumo); y, c) productos, subproductos y desechos generados y almacenados (tasas de generación, cantidades, formas y contenido).

Para poder evaluar y mejorar la administración de materiales se requiere de cierta información relativa de dónde se están usando, almacenando y recirculando los materiales; así como dónde se están generando los desechos.

Existen fuentes de información que no deben pasarse por alto durante la implantación de un programa de administración de materiales, para lo cual pueden tomarse los encabezados siguientes:

- 1) ¿Qué materiales están presentes en las instalaciones?
- Consultar:
 - Programas de producción
 - Diagramas de flujo del proceso
 - Registros de compra y entrega de materiales
 - Balances de materia
 - Inventarios de materias primas, productos intermedios y productos
 - Generación de productos tóxicos y/o peligrosos en casos de emergencia
- 2) ¿Cuáles son los componentes de dichos materiales?
- Consultar:
 - Especificaciones de compra
 - Hojas de datos sobre salud ocupacional y seguridad industrial

- Etiquetas de contenedores
 - Literatura de vendedores
 - Resultados analíticos
- 3) ¿Qué actividades industriales requieren productos tóxicos y/o peligrosos? – Consultar:
- Programa de mantenimiento de las plantas
 - Manuales de arranque, operación y paro de las unidades
 - Listas de equipos y materiales.
- 4) ¿Qué procesos generan desechos tóxicos y/o peligrosos?
- Consultar:
- Manuales del proceso de las unidades
 - Licenciadores de tecnología del proceso
 - Fabricantes de equipo
 - Literatura especializada

Desarrollar inventarios apropiados de materiales requiere de considerar un sistema directo que permita identificar la cantidad de cada material en todas las actividades y áreas de almacenamiento en las instalaciones. Se debe tener un conocimiento pleno del estado actual de los distintos materiales. La existencia de grandes almacenes de materiales debe recibir un cuidado especial.

El desarrollo de cualquier inventario es complicado por la necesidad de identificar de forma única e inequívoca a los productos químicos y materiales a los que debe seguirse la huella. Los sistemas computarizados de adquisición e inventarios resultan bastante útiles para dicho propósito. El poder seguir la huella dentro de las instalaciones a los materiales y cantidades que se manejan de los mismos se facilita con el uso de un sistema de código de barras aplicado a contenedores, anaqueles y gabinetes que contengan los materiales. Los sistemas computarizados pueden cruzar referencias de distintos bancos de datos, proporcionando la localización exacta y cantidades de los diversos materiales.

Cada vez más, los directivos comprometidos con la salud ocupacional y seguridad industrial están estableciendo controles más estrictos sobre las diferentes clases y tipos de materiales que pueden ser comprados a fin de evitar daños al trabajador o al medio ambiente. Algunas políticas en dicho sentido son:

- a) Prohibir o reducir las compras de productos químicos o materiales que exhiban riesgos a la salud o al medio ambiente.
- b) Exigir la información detallada de los proveedores acerca de los componentes químicos de los materiales, sus mezclas y riesgos potenciales.
- c) Instruir para que todas las compras de materiales se pasen a través de un solo punto de control, donde se revisen los materiales y se identifiquen substitutos de productos tóxicos y/o peligrosos.

Ya se ha mencionado que la administración de materiales trae consigo una serie de beneficios, pero estabilizar la demanda de materiales puede también generar beneficios adicionales. Una vez que dentro de la organización se tienen bien detectadas las necesidades globales de materiales, las cantidades de materiales en existencia podrán reducirse substancialmente.

Existen algunas recomendaciones sencillas que pueden seguirse para un mejor manejo de materiales que no sólo reducen los desechos, sino que también mejoran la eficiencia en las operaciones, tales como:

- Inspeccionar los contenedores para detectar los que están dañados antes de aceptar su embarque
- Adquirir contenedores prepesados para reducir derrames y desperdicio al pesarse
- Emplear contenedores reusables
- Entrenar a los empleados y proporcionar herramientas necesarias para el manejo de materiales.
- Almacenar materiales protegiendo los contenedores de daño físico (caídas, abrasión, corrosión)
- Proteger los materiales de daño por precipitación pluvial y agua de lluvia
- Realizar mantenimiento regular en áreas que contienen o manejan materiales.
- Limpiar adecuada y prontamente las fugas y derrames
- Intentar el reuso del material derramado
- Devolver los materiales obsoletos a los proveedores

La práctica de reemplazar las sustancias químicas tóxicas y/o peligrosas debe enfatizarse con esmero, ya que constituye un método apropiado y

efectivo para abatir la contaminación. Con tal finalidad debe de considerarse:

- La disponibilidad de materiales sustitutos probados
- La aceptación del cliente y del mercado, basada en los beneficios ambientales
- El estudio de riesgos ambientales, operacionales y de almacenamiento de los materiales alternos
- La necesidad de adecuar o reemplazar equipo en función de los materiales sustitutos
- El entrenamiento requerido de los operadores
- La capacidad del tratamiento existente de desechos para manejar los desechos de los nuevos materiales.

Finalmente, y aunque no es una práctica que aplica para todos los casos, el intercambio de materiales con otras compañías puede aportar beneficios ambientales netos, y reducir los costos asociados a la disposición final, aún cuando ciertos materiales no pueden ser vendidos (84), (85).



PRODUCTOS ECOLÓGICOS Y MERCADOTECNIA AMBIENTAL

10 PRODUCTOS ECOLÓGICOS Y MERCADOTECNIA AMBIENTAL

En años recientes, las actitudes tanto de la industria química como de los consumidores hacia el medio ambiente han estado cambiando en forma apreciable. Los empresarios empiezan a mostrar un alto sentido de responsabilidad ambiental al promover programas y prácticas específicas, mientras que las preocupaciones ambientales de los consumidores se están reflejando de manera creciente en su comportamiento al adquirir productos ecológicos.

Al hacer sus decisiones de compra, los consumidores están influenciados fundamentalmente por tres factores: precio, desempeño y marca comercial. Sin embargo, muchos consumidores están empezando a considerar un cuarto factor: impacto ambiental. Algunos estudios recientes demuestran que algunos consumidores actualmente están dispuestos a pagar más por productos que se perciben como benignos o menos dañinos para el medio ambiente.

Varias organizaciones no gubernamentales están promoviendo programas de análisis y etiquetado de productos ecológicos. A través de la identificación y publicación de producto "amigables con el medio ambiente", se estima que crecerá el número de consumidores interesados en comprar productos ecológicos. La estimación está basada en que los consumidores necesitan de una mejor información acerca de las verdaderas características de los productos que los adquiere y que con dicha base, inclinarán su decisión de compra por los productos ecológicos. Los sistemas de etiquetado ecológico se han difundido con cierto éxito en Europa, Canadá, y algo en Japón y los Estados Unidos.

Dos organizaciones privadas en los Estados Unidos, Green Seal y Scientific Certification Systems (SCS) están utilizando las técnicas de análisis del ciclo del producto para evaluar el impacto ambiental de varias categorías de productos y conceder sellos ecológicos de aprobación a aquellos productos que se juzgan amigables con el medio ambiente. Adicionalmente, tales organizaciones están dedicadas a establecer estándares ambientales y a proporcionar educación ecológica al público en general. Su misión es la de reducir los impactos ambientales asociados con la manufactura, uso y disposición de productos, con el mayor alcance posible, dadas ciertas limitaciones tecnológicas y económicas (28), (86), (87).

La demanda de productos ecológicos significa una fuerte presión para la industria química, pero a la vez, también crea oportunidades substanciales. De ahí que se ha venido fortaleciendo el concepto de mercadotecnia ambiental, el cual se define como "un conjunto de prácticas

que facilita a las empresas poner a consideración de los consumidores la preocupación por el medio ambiente, redituando beneficios económicos a las propias compañías dentro de un contexto ético apropiado". Es necesario enfatizar que la mercadotecnia ambiental no pretende explotar las preocupaciones ambientales de la gente, sino que interpretada correctamente, la mercadotecnia ecológica implica que las empresas hagan un compromiso genuino por el beneficio del medio ambiente, a través del cual se vean beneficiadas las mismas compañías por la preferencia del público hacia sus productos ecológicos.

Pero la mercadotecnia ambiental implica más que establecer nuevas prácticas de comercialización. Se trata también de un cambio de actitud. El concepto ecológico debe ser considerado en prácticamente todas las decisiones del negocio: diseño del producto, desarrollo del empaque, etiquetado, mercadotecnia, estrategias de promoción, etc. Es decir, la cuestión ambiental debe ser un factor de peso a considerar al tomar la decisión de compra de un producto.

Se han externado tres razones fundamentales para adoptar la estrategia de mercadotecnia ambiental: posicionamiento competitivo, beneficios desde la base y aseguramiento del futuro.

Hoy en día, más y más compañías se están comprometiendo con la mercadotecnia ambiental, y mientras ésta se vuelve una práctica común dentro de la industria química, aquellas empresas que no se interesen por tal estrategia se verán forzadas a reducir su brecha tecnológica y comercial frente a las compañías ambientales líderes en el futuro próximo, con el riesgo de perder en el camino mucho de su competitividad.

Varias empresas del sector químico han obtenido beneficios cuantificables en el corto plazo al adoptar la estrategia de mercadotecnia ambiental, tal es el caso de Church & Dwight Co., Inc. de los Estados Unidos, fabricante de carbonato de sodio para horneado, lanzó su programa de mercadotecnia ambiental y la venta de su producto, que se había mantenido plana durante varios años, se incrementó de manera notable. Al mismo tiempo, la posición de la compañía como proveedor de detergente sólido para lavanderías alcanzó el sitio número tres en la Unión Americana por el mismo motivo (10).

Por el lado comercial e institucional, también se pueden tener algunos beneficios como lo han demostrado DuPont quien está comercializando su programa interno de entrenamiento ambiental a varias compañías similares; y Sunshine Makers de California, elaborador de un producto para limpieza de uso general (Simple Green), quien ha anunciado un crecimiento acelerado de la división que produce dicho producto en un lapso apenas de dos años y medio (10).

En cuanto a tratar de asegurar el futuro, se piensa que el concepto del medio ambiente no será sólo una moda pasajera, sino que se trata de un cambio de mentalidad y actitud hacia la naturaleza que llegó para quedarse y hacerse cada vez más fuerte tanto por parte de la industria como por el lado de los consumidores. Por ende, las compañías del sector químico que más pronto adopten y apliquen la estrategia de mercadotecnia ambiental serán las que tengan las mayores ventajas ante sus competidores, y las que proyecten la mejor imagen ecológica ante el público consumidor.

En países desarrollados, *la industria química está mostrando un interés sin precedentes en el tema de desarrollo sustentable, viéndolo no como una amenaza, sino como una oportunidad potencial de negocio; con un enfoque de desarrollar prosperidad en el largo plazo, integrando las estrategias de bienestar económico, calidad ambiental y eficiencia energética.* Es decir, se trata de lograr una armonía basada en la interrelación que debiera existir entre la economía, ecología y energía en el ámbito empresarial. En una encuesta efectuada en 1998 por la firma de consultoría Arthur D. Little y aplicada a 481 ejecutivos de compañías de Europa y América del Norte, sobre sus actitudes acerca del valor del negocio del desarrollo sustentable; el 95% de los encuestados consideró al desarrollo sustentable como genuinamente importante, mientras que el 83% visualizó como negocio potencial poder implementar el desarrollo sustentable. Sin embargo, la mayoría de los ejecutivos no están seguros de cómo capitalizar el valor del negocio basado en el desarrollo sustentable, particularmente en el corto plazo (25).

La estrategia para vincularse al desarrollo sustentable representa una de las mayores oportunidades de negocios para la industria química en los años venideros, pero a la vez probablemente la menos apreciada. Hasta ahora, sólo unas cuantas empresas han establecido lazos fuertes entre su misión y las estrategias y oportunidades que ofrece el desarrollo sustentable. Se considera que ha llegado el momento de actuar: explorando las implicaciones del desarrollo sustentable en el negocio, buscando las conexiones con los objetivos y metas estratégicas de la compañía, probando su valor, y ganando mercado a través de la implantación de la mercadotecnia ambiental. Hoy, las empresas que inicien con tal estrategia, podrán ganar la recompensa de ser las primeras, teniendo la oportunidad de innovar libremente en aspectos ambientales ligados al negocio. Más tarde, cuando el desarrollo sustentable sea un tópico asimilado por la industria química, será mucho más difícil de lograr y sostener una posición competitiva favorable, puesto que los competidores con enfoque de sustentabilidad ocuparán los lugares que pudieron haber tenido otras empresas que a la postre demostraron menor interés e iniciativa por el tema ambiental.

Las compañías pueden avanzar en el frente de la sustentabilidad sin tener que sacrificar a la empresa. Además, el aportar elementos sobre el desarrollo sustentable en la cultura y forma de pensar de la compañía puede ofrecer beneficios de corto plazo, tales como: abrir nuevos caminos hacia la innovación en productos, procesos y relación con empleados y accionistas; liberar la creatividad y conocimiento a través de la energía y entusiasmo de la gente; acelerar el proceso de aprendizaje organizacional mediante un mayor conocimiento del desarrollo sustentable; mejorar la imagen del negocio y de la marca, y crecer con un enfoque de atención a la dimensión social de la sustentabilidad.



INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y EMPRESARIAL

11 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y EMPRESARIAL

Tradicionalmente, la ventaja competitiva de una empresa ha derivado de una mayor eficiencia, tal como el bajo costo en sus productos y servicios. *Hoy en día, las compañías adquieren su ventaja competitiva y sus beneficios económicos principalmente de la innovación.* Aquéllas empresas que puedan impulsar la tecnología para lograr un desempeño superior, con nuevas características, a la vez que reducir sus costos, serán las que agregarán el mayor valor a sus productos y competirán de manera más efectiva en los mercados. Una parte significativa de la fórmula del éxito comprende la reutilización de recursos, la efectividad en el negocio, y la velocidad de respuesta al cambio. Actualmente, muchos directivos reconocen el papel importante que tienen la innovación tecnológica y empresarial para una compañía en el éxito de su negocio (88), (89), (90).

Uno de los primeros en el mundo en destacar la importancia relevante de la innovación fue el economista Joseph Schumpeter, quien en su obra clásica *Business Cycles* escrita en 1939 enfatizó el papel que juega la innovación como la fuente principal del dinamismo en el desarrollo del capitalismo; asimismo reconoció la importancia de las distinciones conceptuales entre invención, innovación y difusión de innovaciones, así como de los vínculos entre las innovaciones empresariales, sociales y técnicas (91).

Más recientemente en México, Leonel Corona es uno de los investigadores mexicanos que han señalado que la innovación continúa teniendo una relevancia central en la evolución de los cambios económicos y tecnológicos en la sociedad moderna (92), (93), (94).

Las empresas que sobrevivirán y prosperarán en las próximas décadas serán las que puedan administrar la innovación y derivar beneficios para el negocio a partir de ella. Y deberán hacerlo a pesar de los procesos organizacionales complejos, rápidos cambios en tecnología, riesgos crecientes, incertidumbres, costos y demandas para mayor respuesta a los mercados.

Además de las complejidades crecientes y los continuos cambios en tecnología, componentes, materiales, métodos y funciones de apoyo hacen virtualmente imposible para una empresa tener los recursos suficientes para desarrollar todas las tecnologías necesarias para soportar sus productos y servicios. En este contexto, vale la pena definir a la innovación en términos más amplios que sólo investigación y desarrollo. Es decir, *existe la necesidad de innovar en todas las funciones y a todos los niveles de la organización.* Con otras palabras, no sólo se requiere promover la innovación tecnológica, sino también impulsar la innovación empresarial a lo largo y ancho de la compañía, involucrando a toda la gente. De hecho, la innovación impacta a una empresa en todas sus funciones y negocios –

desde la concepción de una idea hasta la investigación, desarrollo, ingeniería, manufactura, distribución, mercadotecnia, comercialización y servicios. En resumen, en la presente tesis doctoral, la palabra innovación será usada en su sentido más amplio, incluyendo todo lo que va dirigido a la creación de nuevos productos, procesos y servicios, desde principio a fin (95), (96), (97).

En contraste con los enfoques limitados de modelos previos que veían a la función de investigación y desarrollo tecnológico como la única fuente de innovación dentro de la organización, en la actualidad el modelo más avanzado de innovación está basado en dos principios fundamentales:

- a) Los directivos de la compañía deben impulsar la innovación a través de toda la empresa para crear valor.
- b) Asimismo, los directivos deben fortalecer a la tecnología y a las habilidades medulares de la empresa para lograr una innovación sostenible y capturar ventajas competitivas.

En cuanto al primer principio, una organización innovadora debe promover la generación de ideas, el desarrollo de conceptos y la respuesta oportuna a los desafíos del negocio; mediante la aceleración del aprendizaje, la construcción de redes de especialistas y la fertilización cruzada de ideas y solución de problemas. Dentro de este ambiente, las habilidades y capacidades de los empleados pueden alinearse con los objetivos particulares de cada proyecto. Si se permite que florezca, el aprendizaje organizacional se convierte en la fuerza impulsora que inspire a todos en la compañía desde proveedores hasta usuarios finales.

En lo referente al segundo principio, una compañía innovadora requiere construir las denominadas plataformas tecnológicas y de competencias medulares, formadas por una mezcla vigorosa de habilidades, experiencias y tecnologías críticas, que puedan aglutinarse para generar mejoras en crecimiento y desempeño. En cada caso, la plataforma tecnológica y de competencias debe desempeñarse para soportar e impulsar el desarrollo de un portafolio dado de innovaciones.

Para activar los dos principios fundamentales anteriores y prosperar hacia el camino de la innovación continua, una empresa necesita alinear y reforzar sus esfuerzos de administración en cinco áreas clave: estrategia, proceso, recursos, organización y aprendizaje. Para lograrlo se requiere que todos los actores de la compañía - desde proveedores hasta usuarios finales de productos y servicios estén involucrados y comprometidos con un programa de innovación que implante la empresa.

11.1 Estrategia de Innovación

Tradicionalmente, las percepciones y metas de las principales funciones dentro de la organización – producción, manufactura, mercadotecnia, distribución, finanzas – han sido las responsables de determinar la estrategia del negocio. Más recientemente la reducción de costos corporativos y la reestructuración de prioridades, así como las fusiones y oportunidades de adquisición de empresas, han estado también impulsando las estrategias corporativas. *Hoy, más que nunca, cuando las compañías luchan por crecer, la innovación se ha convertido en un factor estratégico clave.*

Una de las características fundamentales de las compañías innovadoras es que consideran como un arte el desarrollo de asociaciones para soportar las áreas donde carecen de experiencia y conocimientos. Su estrategia de innovación combina el compromiso de crear nuevas plataformas tecnológicas con la innovación empresarial, así como el deseo de encontrar nuevos socios para asegurarse el liderazgo en las nuevas plataformas.

El concepto de plataforma tecnológica puede aplicarse en cualquier empresa, en donde un conjunto de tecnologías claves y habilidades medulares pueden desarrollarse y usarse como la base para crecer e innovar en una variedad de productos y servicios. Las tecnologías y habilidades requeridas son demandantes y difíciles de desarrollar, pero una vez adquiridas, llegan a representar una gran ventaja competitiva sobre otras compañías que no disponen de todas ellas.

Pero no se está hablando sólo de tecnologías críticas o claves, sino también de métodos de manufactura y “know-how”, conocimiento de aplicación, sistemas de habilidades, visión de cómo las plataformas evolucionarán y abrirán nuevas oportunidades en el futuro - en realidad todo ello pertenece a la noción de plataforma. Resulta crítico reconocer los componentes clave de las plataformas y administrarlos de forma estratégica. Se debe, asimismo, tener la imaginación y flexibilidad para maximizar las innovaciones que vayan surgiendo.

Sin embargo, no basta con disponer de plataformas, habrá que impulsar también las alianzas estratégicas, estableciendo fuertes e importantes asociaciones hacia delante y hacia atrás de la cadena productiva; es decir, actuando como empresas extendidas. Aún cuando muchas de esas organizaciones innovadoras son complejas, han llegado a la conclusión de que ellas solas no pueden hacerlo todo: entregar valor al cliente y a los accionistas requiere del trabajo y colaboración de mucha gente en muchos grupos de negocios. *Las compañías cosechan grandes beneficios al desarrollar alianzas más amplias y profundas que puedan promover la innovación a lo largo y ancho de la organización extendida.*

En tales empresas extendidas, se aprovechan las alianzas estratégicas para realizar fertilización cruzada de ideas que culminan en la ejecución de proyectos, los cuales son transferidos a las distintas unidades de negocio para crear valor. El valor agregado inmediato se da en la inversión hecha en desarrollo tecnológico, y en el aumento de recursos disponibles para hacer tal desarrollo. De manera similar, gracias a algunas alianzas estratégicas se puede tener acceso a tecnología desarrollada por otros. Tal estrategia es totalmente válida para hacerse de tecnología orientada a abatir y prevenir la contaminación industrial.

La estrategia de innovación es mucho más que realizar proyectos de investigación, desarrollo e ingeniería para satisfacer un plan de negocios dentro de un presupuesto autorizado. Esto no significa que los recursos financieros, así como los proyectos y programas contemplados no sean importantes. La verdad es que el uso del dinero siempre importa. En otras palabras, la estrategia debería determinar cómo la empresa debe invertir su dinero, y no al revés. Debe pensarse más allá de los planes anuales de presupuesto y la asignación de recursos internos. La estrategia debe verse como un factor clave de inversión a largo plazo para promover el crecimiento sostenible y la mejora del desempeño.

Al tratar de implantar la estrategia de innovación, muchos ejecutivos descubrirán, al menos, dos aspectos. Primero, que la estrategia existente, tal como se aplica a proyectos de investigación y desarrollo está limitada y es de corto plazo. Le falta dar el énfasis suficiente a las fuentes de innovación, y también carece de la visión de largo plazo requerida para facilitar la sustentabilidad y las oportunidades de innovación radical. Segundo, pueden encontrar que la estrategia actual considera las iniciativas de innovación como un costo, más que como una inversión. Puede ser que los proyectos de investigación, desarrollo e ingeniería estén alineados con las estrategias y prioridades de presupuesto de las unidades de negocio, pero la percepción de que ellos y su administración son un "costo" imposibilita fortalecer el proceso de innovación a lo largo y ancho de la empresa. De esta forma, la organización esta inevitablemente fallando en desarrollar su potencial completo de innovación (90), (96).

Pero no resulta suficiente con tratar de reunir las piezas sueltas y construir una estrategia de innovación. Antes de implantar tal estrategia, debe quedar muy claro cuál es el papel que va a jugar cada empleado en el proceso de innovación. *Habrá que asegurarse que todos en la organización están comprometidos en crear y capturar el máximo valor de la innovación a través de mejoras en los procesos individuales, inversiones adecuadas en recursos, cambios organizacionales congruentes y avances en el aprendizaje colectivo de la empresa.*

11.2 Proceso de Innovación

El concepto más avanzado sobre el proceso de innovación implica estrategias claras del negocio, procede con rapidez y flexibilidad, y termina con alto valor agregado entregable a una amplia gama de clientes. No se trata del enfoque anticuado en torno al presupuesto, o del desarrollo de productos etapa por etapa o del proceso de administración convencional de proyectos. Debe estar caracterizado por una innovación permanente, sin interrupciones, que va desde la concepción de la idea hasta el cliente, se trata de un proceso ágil a través de la organización extendida que empieza con el nacimiento de la idea y evoluciona rápida y flexiblemente a través de la creación de prototipos, evaluación, filtrado, desarrollo y comercialización.

El proceso avanzado de innovación se distingue por dos características poco comunes: un extremo inicial amplio en el que fluyen los conceptos de forma variada y abundante, y un extremo final en el cual un conjunto de productos y servicios es ofrecido a los clientes deseosos por pagar un premio por un valor agregado evidente y sólido. Debido a que el inicio del proceso impulsa una búsqueda intensiva de ideas originadas en una gran variedad de fuentes, se incrementa la probabilidad de encontrar conceptos, métodos, alianzas o negocios que conduzcan a nuevos y efectivos productos y servicios. A su vez, en el extremo final se promueve la fase de comercialización que capture valor en cada punto posible: acuerdos de licenciamiento, propiedad intelectual, y canales de distribución modernos e imaginativos. De esta manera, las innovaciones se explotan al máximo para lograr el mayor valor posible, ya sea de forma individual o en asociación con otras empresas.

La primera etapa del proceso de innovación contempla enriquecer a las ideas con suficiente y novedosa materia prima a fin de crear nuevos conceptos, así como estar muy alerta a los cambios del entorno, tratando de descifrar el futuro incierto: ¿Qué nuevas tecnologías están emergiendo? ¿Cómo impactarán los negocios las regulaciones que se están gestando? ¿Cuáles son las necesidades evidentes no satisfechas en el mercado? ¿Cómo cambiarán las percepciones y valores clave de los clientes en los próximos años?

El objetivo debe ser conservar el extremo inicial constantemente saturado de conceptos enriquecidos que contemplen demandas esperadas y no anticipadas. Tales conceptos deben provenir de todas los rincones de la empresa extendida – proveedores, clientes, distribuidores, socios de alianzas, grupos industriales, centros de investigación, universidades, consultores, etc.

Es obvio que aún algunos de los mejores conceptos o ideas nunca llegarán a ser productos o servicios por una razón u otra. Sin embargo, una empresa altamente innovadora debe disponer de un inventario selecto de

ideas que puedan en un momento dado convertirse en productos o servicios ganadores con el propósito de establecer o mantener la posición de liderazgo o de expansión de la compañía. Por ejemplo, si un competidor está planeando lanzar al mercado un nuevo producto, la empresa innovadora debe poder apoderarse antes del mercado sacando una versión más avanzada que la del competidor.

Para adoptar el nuevo proceso de innovación se requiere un cambio de mentalidad, mientras se siga viendo al desarrollo de productos como un embudo angosto con criterios de filtrado muy estrictos y con un mandato dominante de enfoque limitado, se está enfatizando un proceso de desarrollo e ingeniería del producto bastante rígido que impide el florecimiento de la innovación.

Aceptar el nuevo proceso de innovación requiere moverse más allá de los procedimientos para medir y administrar el desarrollo de productos e impulsar la flexibilidad en las etapas intermedias entre la concepción de la idea y el lanzamiento del producto. Esta nueva flexibilidad puede generar resistencia en los empleados quienes han estado acostumbrados a ser medidos por la fórmula "a tiempo, dentro de presupuesto".

Habrá que explotar el conocimiento e inteligencia de la empresa extendida en su totalidad. Habrá que buscar conocimiento y nuevos enfoques con los socios y aliados de la compañía, y observar estrechamente lo que están haciendo los competidores. Aún más, deberán mantenerse relaciones cercanas con universidades e institutos de investigación, y constantemente escudriñar el horizonte del negocio en cuanto a nuevas tendencias y tecnologías. En una empresa innovadora, el intercambio de experiencias y solución conjunta de problemas mediante las redes de expertos representa un factor clave; y la explotación exitosa de ideas significa agregar valor a los resultados finales.

Deberá enviarse al personal técnico de la compañía a que se encuentre con los clientes y absorba sus necesidades, que integre a los clientes principales y a los proveedores preferidos en el proceso de innovación mediante la implantación de equipos integrados y sesiones de "tormentas de ideas". Si se hace un esfuerzo por describir qué piensan ellos sobre los productos y servicios existentes y si se determina qué es lo que realmente desean, lo que opinan puede llegar a sorprender a los directivos de la empresa. Y esas sorpresas pueden encender las ideas innovadoras que la compañía necesita.

No se puede esperar tener desde el principio un proceso de innovación que marche sin dificultades, al que se puede medir y administrar. El proceso será ambiguo al inicio, ya que debe cubrir las áreas de generación de ideas, exploración, desarrollo de conceptos, definición de prototipos, desarrollo tecnológico... incluyendo a un conjunto diverso de participantes

y actividades hasta que se establezca un grupo específico con programas, proyectos y presupuestos bien definidos. Aún así, sus resultados no serán claros en el corto plazo, ya que en promedio solamente una de cinco ideas será la que tal vez llegue a ser comercializada con éxito (90), (96), (97).

11.3 Recursos de la Innovación

Los recursos que una empresa innovadora utiliza para impulsar la innovación no son solo los gastos enunciados en la declaración anual o las proyecciones de presupuesto para los años venideros. No son solamente las facilidades – laboratorios, oficinas y equipos – que emplea la gente dedicada al proceso de innovación. Los recursos de la innovación también incluyen el soporte financiero, así como a los empleados, proveedores, socios, clientes y competidores. Además del conocimiento, habilidades o competencias medulares, y tecnología dentro de la compañía. *El desafío y la oportunidad consisten en administrar los activos intangibles de la organización con la misma energía y disciplina que se administran los activos tangibles.*

La empresa innovadora hace uso de la fuerza de los proveedores como recurso adicional a la organización, reduciendo los costos de producción, disminuyendo el tiempo de desarrollo de nuevos productos y perfeccionando el diseño y la entrega para que los componentes claves lleguen en tiempo récord al proceso de producción.

Administrar e innovar a través de la cadena de suministro no significa ejecutar sólo las órdenes de la alta dirección. Más bien se trata de un diálogo continuo, una colaboración simbiótica inspirada en recompensas mutuas y enfatizada por un reconocimiento de que la sobre vivencia puede depender de qué también las dos partes cooperan en proyectos y programas esenciales para ambos.

La empresa innovadora ha demostrado la voluntad de trabajar con otros como sus iguales en la búsqueda sin descanso de la innovación. Esto significa compartir información, conocimientos, vivencias y experiencias. También significa aprender a tratar a los socios con respeto a fin de colaborar con ellos, desarrollando proyectos que son mutuamente benéficos. Para avanzar en la ruta de la innovación, no debe confinarse ésta a las “cuatro paredes” de las organización o limitarse al presupuesto interno de investigación y desarrollo. Más bien, la innovación debe extenderse hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la cadena de valor incluyendo a los proveedores, socios, empleados y clientes.

Existe otro recurso que debe promoverse, el de las redes de especialistas, donde se integran personas con amplios conocimientos y habilidades medulares que pueden resultar fundamentales para la innovación de la

organización. En el mismo tenor se encuentra la formación de clubes tecnológicos. Mediante dichos mecanismos se facilita la integración de equipos de trabajo, la fertilización cruzada de concepción de ideas y también de solución de problemas.

Parte del secreto de cómo mejorar los recursos para la innovación es cambiar la actitud mental por parte de los ejecutivos de la empresa. Se debe aprender a pensar más allá de las fronteras tradicionales, fuera de los límites de las funciones de la organización. No deben limitarse los recursos al departamento de investigación y desarrollo, se debe pensar y contemplar a toda la gente, equipo y otros activos que existen en las estructuras de los socios y aliados que permitirán ampliar la cadena de valor de empresa.

Es cierto que los recursos arriba mencionados no pertenecen a la organización, por lo que no se puede considerar que estarán disponibles de manera automática. Pero deben buscarse las opciones y formas para pedir prestado o compartir algunos de esos recursos con los socios, y así se podrá acceder, aunque sea de manera parcial, a un gran depósito de conocimientos y experiencias.

Además de compartir información esencial sobre el desarrollo de nuevos productos y sobre usos potenciales, los directivos de empresas innovadoras deben estar deseosos de escuchar las sugerencias de los proveedores y socios en general para desarrollar productos y servicios novedosos.

Hoy en día, la mayoría de los directivos no están acostumbrados o sensibilizados para valorar adecuadamente los recursos de la innovación y los activos intangibles. Tienden a enfocarse en los activos tangibles tales como las instalaciones de manufactura, la maquinaria o las inversiones monetarias; pero tratan de ignorar los intangibles como el conocimiento de los empleados, la propiedad intelectual y las asociaciones externas. Aunado a esto, la mayoría de los directivos, aunque en principio tienen deseos de fomentar la innovación, están renuentes a invertir recursos financieros en proyectos que no tienen retornos visibles inmediatos y medibles. *Por mantener la secrecía y el control, la mayoría de los directivos pierde los grandes beneficios que se derivan del intercambio de conocimiento, prueba de ideas y efecto de compartir experiencias (90), (96), (97).*

11.4 Organización de la Innovación

Una empresa altamente innovadora no puede estar por más tiempo aislada y restringida a operar de manera regional. En un mundo globalizado, deberá buscarse que la administración de la innovación esté basada en la

expansión internacional e integración más allá de las fronteras dentro de un contexto de operaciones globales.

Muchas firmas innovadoras han creado un Consejo de Innovación, a través del cual los altos ejecutivos determinan la dirección y enfatizan los aspectos críticos, tales como la alineación de la estrategia de innovación con la visión corporativa, la determinación de las principales metas, y la aprobación de planes y programas de operación de las distintas unidades de negocio. Esta misma estructura y organización puede aprovecharse para diseñar e impulsar un programa específico para prevenir la contaminación ambiental en toda la empresa.

La siguiente tarea consiste en establecer amplias redes de innovación formal e informalmente, junto con grupos o clubes tecnológicos organizados alrededor de plataformas tecnológicas clave. Una plataforma viene a ser una agrupación de tecnologías afines y de competencias medulares, que puede llegar a tener un impacto significativo sobre los resultados del negocio. Este concepto es equivalente al "saber cómo" generar nuevos productos y servicios, puesto que se tienen claramente identificadas las tecnologías y habilidades claves a lo largo y ancho de la organización: en la gente, en investigación y desarrollo, en los grupos de ingeniería, en las plantas de proceso, o aún fuera de la compañía en los activos de alguno de los socios; o bien, a través de sistemas formales de administración del conocimiento.

El propósito fundamental es que las ideas fluyan libremente y sin esfuerzo desde una parte de la empresa hacia otra: entre los ejecutivos, gerentes, empleados, clientes, socios y proveedores, sin tener que pasar a través un complicado sistema de revisión y control. Aún si la compañía se extiende en una gran área geográfica, comprendiendo diferentes culturas, lenguajes y sistemas de información – las ideas innovadoras deben moverse rápida y suavemente a través de las fronteras y llegar a aquellos que las necesitan y que pueden darles un uso productivo y rentable.

Dentro de este ambiente organizacional, el papel de los líderes en la administración de la innovación es crítico para alcanzar el éxito de la empresa. El papel debe extenderse más allá de lo que es la administración de las funciones de investigación y desarrollo. Varias compañías han decidido nombrar a un Director de Innovación, quien es el responsable de administrar el proceso de innovación en todas direcciones de arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba, desde la concepción hasta el cliente; y de crear y capturar valor en el proceso integral de desarrollo de nuevos productos y servicios. Su tarea principal es buscar maximizar el retorno de la inversión en proyectos de innovación, así como encontrar los recursos clave para fomentar la innovación, dentro y fuera de la empresa.

Resulta imperativo que no se deje solo al Director de Innovación en el esfuerzo descrito. Si la innovación se va a considerar como un factor estratégico, entonces deben impulsarse una nueva cultura de indagación y búsqueda de ideas novedosas que soporten tal estrategia en toda la organización. Ello significa que todos los altos directivos se comprometan, involucren y administren la innovación de forma colectiva en los consejos y comités. De esta manera, se creará el Consejo de Innovación, donde deberán participar directivos de producción, ingeniería, tecnología, comercialización y administradores de las unidades de negocio. Será dicho Consejo el que marque el rumbo a seguir en la innovación, no basado en corazonadas o convicciones, sino en el conocimiento e inteligencia del mercado, tecnología, cliente y competencia.

Es cierto que los altos ejecutivos pueden iniciar e inspirar el proceso de innovación, pero serán las redes de innovación las que sirvan como ojos y oídos, como brazos y piernas del sistema, las que hagan el trabajo difícil necesario en la empresa innovadora. Las redes, que están basadas en la apreciación mutua de las capacidades y la contribución de sus integrantes, no reemplazan a los procesos y estructura organizacional existentes.

Las redes de innovación deben involucrar a gente de diferentes niveles jerárquicos y usar diferentes sistemas de comunicación. Surgen de un interés o tema común que mantiene a la gente aglutinada y deseosa de contribuir de manera activa. La empresa puede estimular la formación de redes de innovación mediante un sistema de comunicación informal, así como reconociendo y apoyando a los coordinadores de las distintas redes.

En algunas compañías innovadoras, las redes de innovación son conocidas como "clubes tecnológicos". En realidad, se trata de equipos de gente altamente motivada, que comparten conocimientos, experiencias y vivencias sobre una plataforma tecnológica específica. Su principal objetivo es buscar y construir los recursos virtuales alrededor de sus clubes para crear valor tangible en el negocio, mediante la incorporación de sus innovaciones en uno o varios procesos de manufactura o en la generación de nuevos productos y servicios.

En síntesis, si se pretende llegar a ser una empresa innovadora, la estructura organizacional convencional de arriba hacia abajo, y de abajo hacia arriba debe cambiarse por una estructura horizontal que soporte la colaboración a través de la empresa extendida. Este cambio de enfoque representa uno de los aspectos críticos a atender por parte de los directivos que promuevan la innovación en la organización (90), (96), (97).

11.5 Aprendizaje de la Innovación

Uno de los secretos para transformar una empresa burocrática, monolítica e inflexible en una compañía ágil, flexible e innovadora es hacer del aprendizaje organizacional un componente innato de la cultura empresarial. El aprendizaje debe ser el corazón de la compañía para adaptarse a los rápidos cambios del entorno. Debe ser considerado como la clave para ser capaz de identificar oportunidades que otros no pueden ver, y para convertir esas oportunidades rápida y totalmente en beneficio del negocio.

Los directivos de la empresa innovadora saben que para que una organización se vuelva apta a recoger, compartir y usar el conocimiento, el aprendizaje organizacional debe ser una de las principales prioridades en sus estrategias corporativas. La alta dirección debe estimular a la organización, no controlarla. Su papel es proporcionar las directrices estratégicas, impulsar el aprendizaje y asegurarse de que existen mecanismos para transferir las lecciones aprendidas.

Resulta clave en el proceso de aprendizaje, la formación de grupos para mejorar el desempeño. El propósito es que cada empleado reconozca su responsabilidad personal en el desempeño de la empresa completa, y dichos grupos de mejora ayuden a poner en su lugar las medidas de crecimiento y desempeño a través de los distintos departamentos y divisiones de la empresa.

El hecho de enfatizar el sentido de responsabilidad a lo largo y ancho de la organización es particularmente importante para una empresa dividida en unidades de negocio que se agrupan en actividades o activos. La gran ventaja de una organización basada en activos es que se pone especial énfasis en los resultados del desempeño para cada activo en particular. El riesgo es que la gente puede estar enfocada internamente a su área, que pierde el contacto e interés de lo que esté pasando fuera de ella. Los grupos de mejora del desempeño ayudan a eliminar este riesgo y a crear un enfoque más balanceado mediante la administración del conocimiento y de los activos intangibles.

La tecnología de información juega un papel vital en la integración de los grupos de aprendizaje y también en mantener un sentido de propósito general al facilitar un intercambio rico en conocimientos y experiencias dentro de un marco flexible de trabajo en torno a los diversos activos de la empresa.

Otro método valioso para compartir el conocimiento y aplicar el aprendizaje es el programa de asistencia mediante pares (especialistas de mismo nivel), el cual también ayuda a reforzar la noción del grupo de aprendizaje. En lugar de traer a un experto para determinar qué debería hacerse para resolver un problema crítico, los empleados están motivados para buscar

soluciones entre ellos mismos dentro del ambiente de aprendizaje compartido.

Las empresas innovadoras reconocen que hasta que el conocimiento adquirido se combina con otro conocimiento, y se pone disponible para los empleados de una forma clara y utilizable; permanece inerte y no puede generar el factor real de innovación: las ideas. Así que las redes de conocimiento, competencia y tecnología se usan para buscar y avanzar en conocimiento e información a partir de un universo descentralizado de inteligencia. De esta forma, la empresa completa puede beneficiarse de compartir la gran suma de su capital intelectual, y al combinar los datos de nuevas maneras, impulsar efectivamente el conocimiento existente y producir aún más.

Ya que la administración del conocimiento y el aprendizaje son continuos, la compañía se vuelve más y más inteligente. Y ello hace posible que constantemente se mejore el proceso de desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios, incrementando así el valor de mercado de la organización en el largo plazo.

Superpuesta sobre las áreas de estrategia, proceso, recursos y organización, el aprendizaje se vuelve el quinto factor crucial que promueve y mantiene juntos a los demás para producir el modelo de innovación de las empresas exitosas del futuro. Es el ambiente de aprendizaje el que facilita que una compañía capture el conjunto de beneficios sostenibles que definen la ganancia por aplicar la innovación. Por definición, para ser sostenible, se requiere un flujo continuo de ideas, de enfoques y formas efectivas de comercializar y lanzar al mercado nuevos procesos, productos y servicios.

En síntesis, la estrategia inteligente debe combinarse con el proceso innovador y el uso creativo de recursos, los que a su vez deben soportarse en una estructura organizacional flexible y eficiente. El flujo de ideas así armonizado promueve el requerimiento de ser sostenible, mediante el dominio del conocimiento que se adquiere, crea, difunde y aplica a lo largo y ancho de la empresa (89), (90), (91), (96), (97).

Como se ha podido observar a lo largo del presente capítulo, la importancia de poder explotar al máximo la innovación tecnológica y empresarial en las organizaciones resulta vital para las mismas. En relación al Modelo SAEA, la innovación debiera ser el corazón del propio modelo, es decir, debiera volverse el factor estratégico clave que impulse y fortalezca de manera armónica los esfuerzos y acciones de los demás elementos con la finalidad de avanzar de forma notable en el abatimiento de la contaminación originada por las operaciones de las empresas. *Es a través de la innovación en sus diferentes facetas que deben buscarse nuevos enfoques y actitudes del personal para reducir los desperdicios y desechos*

materiales y energéticos, y para desarrollar ventajas competitivas que conduzcan a una mayor competitividad.

Es de señalarse que en México se han realizado muy pocas investigaciones dirigidas a estudiar el grado de innovación tecnológica y empresarial de las organizaciones establecidas en el país. Empero, en la década pasada se efectuaron algunos proyectos en dicho campo por parte del Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM, hoy desafortunadamente desaparecido, la mayoría de los cuales estuvieron coordinados por el Dr. José Luis Solleiro. Otro de los investigadores mexicanos que se ha dedicado al estudio de las teorías económicas vinculadas con la innovación tecnológica es el Dr. Leonel Corona de la Facultad de Economía de la misma UNAM.



HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

12 HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Como se ha enfatizado previamente la propuesta de investigación de la presente tesis doctoral consiste en estudiar y analizar a profundidad un Sistema de Administración Estratégica Ambiental (SAEA) basado en el modelo conceptual descrito en el Capítulo 5, que permita conocer los distintos elementos que lo conforman, así como la interrelación entre los mismos, y su posible aplicación en algunas compañías grandes de la industria química mexicana.

12.1 Hipótesis

Con la finalidad de probar las bondades y debilidades del modelo SAEA propuesto, se propone la hipótesis que sigue:

"El Sistema de Administración Estratégica Ambiental (SAEA) como nuevo modelo empresarial y ambiental, representa una herramienta de competitividad para las empresas de la industria química, que incrementa su productividad y rentabilidad"

La mencionada hipótesis está fundamentada en el hecho de que la contaminación provocada por la industria química debe ser vista como una ineficiencia, la cual trae consigo una pérdida económica y una menor productividad en el uso de los recursos utilizados, y por ende, una menor competitividad. Cuando se liberan desechos, sustancias peligrosas o desperdicios de energía al medio ambiente como contaminantes, lo que realmente significa es que se están usando los recursos de manera incompleta, ineficiente o ineffectivamente.

12.2 Objetivos de Investigación

Adicionalmente, en el protocolo doctoral se propuso mediante la presente investigación alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Estudiar los diversos elementos que deban constituir un Sistema de Administración Estratégica Ambiental (SAEA) aplicable a la industria química, con el fin de:
- b) Desarrollar un modelo conceptual organizacional del SAEA que permita prevenir la contaminación, utilizar tecnologías limpias y elaborar productos ecológicos basados en la innovación tecnológica y empresarial de las organizaciones.

- c) Evaluar la posibilidad de implantar el SAEA en la vida real con empresas grandes mexicanas del sector químico, comparando su desempeño global versus una empresa de clase mundial, líder en la aplicación de principios ecológicos.

Se considera que los objetivos de investigación (a) y (b) han sido satisfechos con el desarrollo de los Capítulos 5 al 11 de la presente tesis doctoral. En tanto que el objetivo de investigación (c) al igual que la hipótesis planteada arriba, son el motivo principal de la metodología que a continuación se describe.

12.3 Metodología

Al considerar el tipo de investigación dirigida en este caso al campo de las ciencias administrativas con una visión estratégica ambiental, se juzga sumamente difícil aplicar una metodología cuantitativa, por ejemplo de clase estadística, debido a que será bastante complicado obtener una serie de cifras y estadísticas derivadas de una investigación que pretende percibir el enfoque empresarial con respecto al problema de la contaminación ambiental provocada por la industria química. En su lugar, se propone emplear una perspectiva cualitativa, la cual es aplicable en los casos en que se trata de entender las percepciones individuales de las distintas empresas que se estudiarán con respecto a la forma en que afrontan la compleja problemática del medio ambiente desde el punto de vista industrial.

Con otras palabras, en investigaciones como la que aquí se plantea no se requieren las pruebas estadísticas de la hipótesis, que con frecuencia se exigen en proyectos que implican una muestra mayor de datos numéricos. Así que la formulación de la hipótesis y el establecimiento de objetivos precisos, como los planteados anteriormente, se consideran suficientes para satisfacer la parte metodológica; siempre y cuando se contemple con cuidado qué es lo que se persigue encontrar con la investigación, y qué no lo es, y cómo se conducirá dicha investigación.

El siguiente paso es decidir cuál es la mejor manera de coleccionar información. Cualquiera que sea el procedimiento para hacerse de datos, deberá examinarse de forma crítica para evaluar el alcance considerando su confiabilidad y validez.

De acuerdo al "Oslo Manual – The measurement of scientific and technological activities – Proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data" editado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), en su Capítulo 7 sobre Procedimientos de Encuestas, se hacen las observaciones que siguen:

“Los datos de innovación pueden colectarse mediante censos o encuestas muestra...Las encuestas muestra deberían ser representativas de las características básicas de la población meta, tales como la industria o el tamaño”.

“Varios métodos o técnicas pueden usarse para colectar información, incluyendo encuestas postales o entrevistas personales...La mayoría de los problemas con las encuestas postales pueden evitarse cuando los datos se colectan mediante entrevistas personales. La calidad de los resultados debería ser mucho más alta...El escoger los respondedores más adecuados en las unidades es particularmente importante en encuestas de innovación, ya que las preguntas son altamente especializadas y pueden ser contestadas únicamente por poca gente en la unidad, usualmente no por aquellos que contestan otros cuestionarios estadísticos...En casi todos los casos, las encuestas de innovación son encuestas muestra al azar”.

Por la naturaleza de los objetivos, por la novedad del tema y por la limitación de recursos, *se ha considerado que un estudio exploratorio descriptivo de tipo semicualitativo soportado en criterios de evaluación, cuestionarios y entrevistas representa una mejor manera de recabar información para la investigación propuesta* que otras técnicas como análisis de documentos u observación en campo.

Es de hacer notar que una metodología equivalente a la aquí propuesta se ha venido aplicando en México para seleccionar anualmente desde 1999 a las empresas ganadoras del Premio Nacional de Tecnología, aunque con objetivos diferentes. También valga la pena citar que tanto el autor de la presente tesis doctoral como su tutor principal participaron como evaluadores calificados de dicha preselección nacional.

Por tanto, la metodología a aplicar en algunas empresas grandes de la industria química mexicana está integrada por las partes que siguen:

- a) Criterios de evaluación
- b) Mecanismo de calificación
- c) Formatos de evaluación (Cuestionarios guía)
- d) Comparación (benchmarking) con empresa líder en prevención de la contaminación a nivel mundial.

Antes de proceder a detallar cada una de dichas partes, es necesario aclarar que los cuestionarios guía y los criterios de evaluación se aplicarán a ejecutivos y gerentes medios de diversas áreas funcionales (producción, comercial, calidad, protección ecológica, diseño, ingeniería, laboratorio, mercadotecnia, distribución, mantenimiento y materiales) mediante un

programa de aplicación de cuestionarios y encuestas que se muestra como anexo en la carta de solicitud de encuestas, que aparece más adelante, después de los formatos de evaluación.

Asimismo, las empresas grandes mexicanas a las que se solicitará la aplicación de cuestionarios y encuestas son Pemex Gas y Petroquímica Básica, Pemex Refinación, Grupo Industrial Resistol (GIRSA), Celanese, la Asociación de la Industria Química (ANIQ), Grupo Vitro y empresa G; mientras que la organización líder mundial escogida de una muestra de prestigiosas compañías globales fue British Petroleum - Amoco, por haberse destacado en sus resultados económicos y de mercado ligados al cuidado del medio ambiente, contra la cual se efectuará la comparación cualitativa (benchmarking); mediante la selección apropiada de indicadores relacionados con factores relativos a la administración estratégica ambiental, que se describen más adelante en este mismo capítulo.

12.4 Criterios de Evaluación

Los criterios de evaluación están fundamentados en la consideración de cada uno de los elementos que conforman el "Modelo Organizacional de un Sistema de Administración Estratégica Ambiental para la Industria Química basado en la Innovación Tecnológica y Empresarial" descrito en el Capítulo 5 y son los siguientes:

A. Excelencia Ambiental Corporativa

- A.1 Describa el mecanismo que sigue su organización para monitorear y dar cumplimiento a las nuevas regulaciones ambientales.
- A.2 Describa las herramientas y mecanismos que utiliza para involucrar a los integrantes de su organización en el proceso de administración ambiental y la manera en que impulsa los valores ambientales, de salud y seguridad.
- A.3 Mencione y describa los elementos estratégicos que conforman su programa de administración ambiental, así como los indicadores o parámetros que utiliza para medir el desempeño ambiental de su organización.
- A.4 Mencione los lineamientos que sigue su organización en materia ambiental, de salud y de seguridad y los criterios ambientales que emplea para la planeación a corto, mediano y largo plazos.

B. Análisis de Ciclo de Vida del Producto

- B.1 Mencione los criterios que emplea su organización para seleccionar materias primas, procesos de manufactura y transporte.
- B.2 Describa las herramientas con que cuenta su organización para analizar y prevenir los impactos ambientales asociados a sus productos.
- B.3 Describa los mecanismos y sistemas con los que su organización asegura el destino final de sus productos y cómo garantiza la cooperación de sus clientes.
- B.4 Explique de qué manera considera que su organización contribuye a la prevención de la contaminación.
- B.5 Mencione los criterios ambientales y estrategias de diseño que utiliza en la creación de nuevos productos y describa de qué forma incorpora el concepto de Desarrollo Sustentable.

C. Administración de la Calidad Total y Prevención de la Contaminación

- C.1 Mencione los elementos que conforman el sistema de calidad en su organización y cuál de ellos considera la Prevención de la Contaminación.
- C.2 Mencione y describa brevemente las herramientas y técnicas utilizadas en su organización para soportar y desarrollar el proceso de mejora continua, para lograr la participación de sus colaboradores (empleados, proveedores y clientes) y para promover el cambio de cultura organizacional.
- C.3 Mencione los indicadores o parámetros que utiliza su organización para medir su desempeño en calidad y en qué forma participa la Prevención de la Contaminación.
- C.4 Mencione y describa los beneficios que ha obtenido su organización al integrar ambos conceptos Calidad Total y Prevención de la Contaminación.

- C.5 Describa cuál ha sido su experiencia al integrar el proceso de Prevención de la Contaminación en la estructura desarrollada para el proceso de Administración de la Calidad Total (involucramiento del personal, resistencia, lucha entre áreas funcionales, etc.)

D. Uso de Tecnologías Limpias

- D.1 Mencione las áreas o departamentos en los que se han hecho esfuerzos para prevenir la contaminación y en qué forma participan.
- D.2 Mencione y describa las herramientas y sistemas con que cuenta su organización para lograr una efectiva prevención de la contaminación. Proporcione ejemplos concretos en cada uno de los departamentos donde se aplica la Prevención de la Contaminación.
- D.3 Cite qué modificaciones, cambios o nuevas tecnologías se han integrado en sus diferentes departamentos para abatir la contaminación. Mencione los casos más relevantes.
- D.4 Describa brevemente la metodología o análisis que efectúa para detectar áreas de oportunidad tendientes a disminuir la contaminación.
- D.5 Mencione los beneficios técnicos, económicos o de imagen que ha obtenido al incorporar la Prevención de la Contaminación en su organización.

E. Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental

- E.1 Considera usted que a los consumidores de sus productos, además de los factores de precio, desempeño y marca comercial les interesa el factor de impacto ambiental.
- E.2 Mencione y describa las características ambientales que hacen competitivos a sus productos en el mercado y cómo se asegura de incorporar las expectativas ambientales de sus clientes potenciales.
- E.3 Explique cómo informa a los consumidores sobre las características o beneficios ambientales que se obtienen al preferir sus productos sobre los de la competencia.
- E.4 Cite las características ecológicas que se incluyen en el etiquetado de sus productos y mencione las razones que lo justifican.

- E.5 Mencione las herramientas o sistemas que utiliza su organización para conocer su posición e imagen ecológica y la de sus competidores en el mercado.
- E.6 Mencione las herramientas que utiliza en su organización para crear y difundir efectivamente una cultura ecológica tanto dentro de su organización como fuera de la misma.
- E.7 Explique de qué manera considera el Desarrollo Sustentable en la mercadotecnia de su producto.

F. Innovación Tecnológica y Empresarial

- F.1 Describa si su organización cuenta con el ambiente y cultura organizacional adecuados para impulsar la Innovación.
- F.2 Mencione y describa los elementos que sustentan el proceso de Innovación en su organización, cuáles son sus características y los niveles en los que impacta.
- F.3 Describa el mecanismo de identificación de fortalezas y áreas de oportunidad dirigidas a la Innovación, en qué forma las canaliza y les da seguimiento.
- F.4 Explique qué papel juega la innovación en la vida presente y futura de su organización, ligada a la Prevención de la Contaminación.
- F.5 Además de los propios empleados de su organización, mencione qué otros recursos están ligados al proceso de Innovación

G. Resultados de la Empresa

- G.1. Resultados financieros
 - G.1.1 Describa y justifique la relevancia de los indicadores que la empresa utiliza para medir los beneficios económicos derivados de la Prevención de la Contaminación. Incluir aquellos que reflejan mejoras en ingresos, rentabilidad, productividad, participación en el mercado, satisfacción de clientes y consumidores, etc.
 - G.1.2 Describa y justifique la relevancia de los indicadores que la empresa utiliza para medir el impacto que su proceso de Prevención de la Contaminación tiene sobre sus clientes, consumidores y mercado.

G.2 Resultados tecnológicos

G.2.1 Enumere los principales proyectos de Prevención de la Contaminación implementados durante los últimos tres años.

G.2.2 Enumere los principales proyectos de nuevos productos considerando criterios ambientales y estrategias de diseño implementados durante los últimos tres años.

G.3 Currículum y trayectoria de la organización

G.3.1 Enumere y describa los proyectos de inversión, adquisición, asociación o desarrollo propio destinados a Prevenir la Contaminación.

G.3.2 Enumere y describa los proyectos de capacitación y reconocimiento para el personal que participa en la Prevención de la Contaminación en su organización.

G.3.3 Enumere y describa los proyectos de inversión para la expansión de la cantidad y alcance de las herramientas de desarrollo con que dota al personal involucrado en la Prevención de la Contaminación y para el incremento de infraestructura disponible.

G.4 Comunidad en la que opera

G.4.1 Describa cuál es el impacto de la Prevención de la Contaminación sobre la comunidad en la que opera, cómo lo mide y justifica su relevancia.

G.4.2 Describa los proyectos específicos de Prevención de la Contaminación que efectúa en beneficio de la comunidad.

12.5 Mecanismo de Calificación

La calificación máxima a que puede aspirar una organización es de 1000 puntos. La manera en que se asigna la puntuación a las organizaciones es la siguiente: cada una de las siete grandes secciones en que se han dividido los criterios de evaluación se calificará con un porcentaje, utilizando los criterios de ponderación asignadas a cada una de ellas.

Los criterios de ponderación y los puntajes máximos por sección se muestran a continuación.

Criterios de ponderación			
	Secciones	%	Puntos máximos
1	Excelencia Ambiental Corporativa	15%	150
2	Análisis de Ciclo de Vida del Producto	10%	100
3	Administración de la Calidad Total y Prevención de la Contaminación	10%	100
4	Uso de Tecnologías Limpias	20%	200
5	Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental	10%	100
6	Innovación Tecnológica y Empresarial	15%	150
7	Resultados de la Empresa	20%	200
TOTAL:		100%	1000

La forma en que se hizo la ponderación anterior obedece directamente a la importancia relativa que se considera tiene cada uno de los elementos que constituyen el Modelo SAEA en el conjunto. Es decir, se asignan 200 puntos al "Uso de tecnologías limpias" y "Resultados de la empresa" por ser los de mayor impacto y relevancia; siguiéndoles en importancia con 150 puntos los elementos de "Excelencia ambiental corporativa" e "Innovación tecnológica y empresarial"; en tanto que a los tres elementos restantes se les asignó un peso relativamente menor de 100 puntos.

En la primera etapa del proceso de evaluación, la calificación de cada organización corresponderá a la suma de las puntuaciones alcanzadas en cada una de las secciones del reporte evaluadas y durante una segunda etapa se podrán hacer correcciones a las calificaciones asignadas a cada sección tanto para incrementarlas como para reducir las según corresponda a las observaciones realizadas durante la visita a sus instalaciones.

El desglose de puntos máximos considerado para cada uno de los elementos del modelo se menciona a continuación:

1	Filosofía de excelencia ambiental corporativa	
1.1	Describa el mecanismo que sigue su organización para monitorear y dar cumplimiento a las nuevas regulaciones ambientales.	40
1.2	Describa las herramientas y mecanismos que utiliza para involucrar a los integrantes de su organización en el proceso de administración ambiental y la manera en que impulsa los valores ambientales, de salud y seguridad.	40
1.3	Mencione y describa los elementos estratégicos que conforman su programa de administración ambiental, así como los indicadores o parámetros que utiliza para medir el desempeño ambiental de su organización.	35
1.4	Mencione los lineamientos que sigue su organización en materia ambiental, de salud y de seguridad y los criterios ambientales que emplea para la planeación a corto, mediano y largo plazos.	35
TOTAL:		150
2	Análisis de ciclo de vida del producto	
2.1	Mencione los criterios que emplea su organización para seleccionar materias primas, procesos de manufactura y transporte.	20
2.2	Describa las herramientas con que cuenta su organización para analizar y prevenir los impactos ambientales asociados a sus productos.	20
2.3	Describa los mecanismos y sistemas con los que su organización asegura el destino final de sus productos y cómo garantiza la cooperación de sus clientes.	20
2.4	Explique de qué manera considera que su organización contribuye a la prevención de la contaminación.	20
2.5	Mencione los criterios ambientales y estrategias de diseño que utiliza en la creación de nuevos productos y describa de qué forma incorpora el concepto de Desarrollo Sustentable.	20
TOTAL:		100

3	Administración de la calidad total y prevención de la contaminación	
3.1	Mencione los elementos que conforman el sistema de calidad en su organización y cuál de ellos considera la prevención de la contaminación.	20
3.2	Mencione y describa brevemente las herramientas y técnicas utilizadas en su organización para soportar y desarrollar el proceso de mejora continua, para lograr la participación de sus colaboradores (empleados, proveedores y clientes) y para promover el cambio de cultura organizacional.	20
3.3	Mencione los indicadores o parámetros que utiliza su organización para medir su desempeño en calidad y en que forma participa la Prevención de la Contaminación.	20
3.4	Mencione y describa los beneficios que ha obtenido su organización al integrar ambos conceptos Calidad Total y Prevención de la Contaminación.	20
3.5	Describa cuál ha sido su experiencia al integrar el proceso de Prevención de la Contaminación en la estructura desarrollada para el proceso de Administración de la Calidad Total. (involucramiento del personal, resistencia, lucha entre áreas funcionales, etc.)	20
TOTAL:		100
4	Uso de tecnologías limpias	
4.1	Mencione las áreas o departamentos en los que se han hecho esfuerzos para prevenir la contaminación y en que forma participan.	40
4.2	Mencione y describa las herramientas y sistemas con que cuenta su organización para lograr una efectiva prevención de la contaminación. Proporcione ejemplos concretos en cada uno de los departamentos donde se aplica la prevención de la contaminación.	40
4.3	Cite qué modificaciones, cambios o nuevas tecnologías se han integrado en sus diferentes departamentos para abatir la contaminación. Mencione los casos más relevantes.	40
4.4	Describa brevemente la metodología o análisis que efectúa para detectar áreas de oportunidad tendientes a disminuir la contaminación.	40
4.5	Mencione los beneficios técnicos, económicos o de imagen que ha obtenido al incorporar la Prevención de la Contaminación en su organización.	40
TOTAL:		200

5	Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental	
5.1	Considera usted que a los consumidores de sus productos, además de los factores de precio, desempeño y marca comercial les interesa el factor de impacto ambiental.	10
5.2	Mencione y describa las características ambientales que hacen competitivos a sus productos en el mercado y cómo se asegura de incorporar las expectativas ambientales de sus clientes potenciales.	20
5.3	Explique cómo informa a los consumidores sobre las características o beneficios ambientales que se obtienen al preferir sus productos sobre los de la competencia.	10
5.4	Cite las características ecológicas que se incluyen en el etiquetado de sus productos y mencione las razones que lo justifican.	10
5.5	Mencione las herramientas o sistemas que utiliza su organización para conocer su posición e imagen ecológica y la de sus competidores en el mercado.	10
5.6	Mencione las herramientas que utiliza en su organización para crear y difundir efectivamente una cultura ecológica tanto dentro de su organización como fuera de la misma.	20
5.7	Explique de qué manera considera el Desarrollo Sustentable en la mercadotecnia de su producto.	20
TOTAL:		100
6	Innovación tecnológica y empresarial	
6.1	Describa si su organización cuenta con el ambiente y cultura organizacional adecuados para impulsar la Innovación.	30
6.2	Mencione y describa los elementos que sustentan el proceso de innovación en su organización, cuáles son sus características y los niveles en los que impacta.	30
6.3	Describa el mecanismo de identificación de fortalezas y áreas de oportunidad dirigidas a la innovación, en qué forma las canaliza y les da seguimiento.	30
6.4	Explique qué papel juega la innovación en la vida presente y futura de su organización, ligada a la prevención de la contaminación.	30
6.5	Además de los propios empleados de su organización, mencione qué otros recursos están ligados al proceso de innovación.	30
TOTAL:		150

7	Resultados de la empresa.	
7.1	Resultados financieros	50
7.2	Resultados tecnológicos	50
7.3	Currículum y trayectoria de la organización	50
7.4	Comunidad en la que opera	50
	TOTAL:	200

12.6 Formatos de Evaluación (Cuestionarios Guía)

Los cuestionarios guía que se muestran en el anexo tuvieron la finalidad de orientar a los evaluadores en la aplicación de las encuestas que se practicaron a directivos y gerentes de nivel medio y estuvieron dirigidos a detectar el grado de compromiso e involucramiento de la empresa encuestada en cada uno de los elementos que conforman el modelo conceptual SAEA propuesto.

12.7 Comparación (Benchmarking) con Empresa Líder

Después de hacer una búsqueda bibliográfica sobre cuál pudiese ser la compañía de clase mundial que pueda servir para efectuar una comparación cualitativa como líder en su campo de negocios, y como empresa que haya destacado por su decisivo compromiso con el cuidado del medio ambiente, mediante la implantación de un sistema de administración ambiental, se seleccionó a la organización British Petroleum (BP) Amoco. En un estudio reciente de 2002 denominado "Strategies of the World's Top 10 Energy Companies" efectuado por la firma de consultoría PIRA, en materia ambiental se ubicó a BP Amoco en el primer lugar, mientras que el décimo lugar lo ocupó curiosamente ExxonMobil, la compañía petrolera más grande e integrada del mundo.

Se analizaron otras empresas de prestigio internacional, como DuPont y Aventis (Hoechst - Rhone Poulenc), para las cuales se obtuvo información valiosa pero no tan detallada como la de BP Amoco. La inclusión de estas dos organizaciones plenamente reconocidas por sus resultados financieros y de mercado, así como por su alta convicción en lo referente a la armonía que debe existir entre las operaciones industriales y el medio ambiente, enriquece el estudio de benchmarking a escala mundial, como podrá observarse en el análisis que se hace más adelante de ambas compañías.

BP Amoco

BP Amoco tiene sus oficinas corporativas en Londres, Inglaterra. Sus ingresos anuales son de \$ 148 billones de dólares americanos y sus ganancias de \$8.4 billones de dólares americanos. Tiene 107,000 empleados distribuidos en 29 países en el mundo. Posee 15.2 billones de barriles de petróleo y gas equivalente; su producción diaria es de 1.9 millones de barriles de petróleo crudo y de 7.6 billones de pies cúbicos de gas natural. Comercializa diariamente 5.5 millones de barriles de productos refinados a través de 29,000 estaciones de servicio. Tiene actividades de exploración en 29 países, y de producción en 23 naciones. Posee 23 refinерías de petróleo que procesan 3.2 millones de barriles de crudo por día; asimismo, cuenta con una capacidad de producción de químicos de 27 millones de toneladas por año, con plantas instaladas en 58 lugares del mundo.

A nivel corporativo, los altos ejecutivos de BP Amoco han definido cinco políticas a seguir por los grupos de negocios: Conducta ética; empleados; relaciones con otras instituciones; control y finanzas; y desempeño en salud, seguridad y medio ambiente.

A continuación se proporciona la traducción al español de la "Política de Compromiso de BP Amoco sobre el Desempeño en Salud, Seguridad y Medio Ambiente" – (Commitment Policy to Health, Safety and Environmental Performance, HSE) establecida por su Ejecutivo en Jefe del Grupo (Group Chief Executive), John Browne, en enero de 1999:

"Todo el que trabaje para BP Amoco, en cualquier lugar es responsable de observar la Política de Compromiso sobre Salud, Seguridad y Medio Ambiente (HSE). El buen desempeño de la misma relacionada con la salud y seguridad de cada uno quien trabaja para nosotros resulta crítico para el éxito de nuestro negocio".

"Nuestras metas están simplemente establecidas – No accidentes, no daño a la gente, y no daño al ambiente"

"Continuaremos disminuyendo el impacto ambiental y de salud de nuestras operaciones al reducir los desechos, emisiones y descargas, y al usar la energía eficientemente. Produciremos productos de calidad que puedan ser usados con seguridad por nuestros clientes".

- "Consultaremos, escucharemos y responderemos abiertamente a nuestros clientes, empleados, vecinos, grupos públicos interesados y aquellos que trabajan con nosotros
- Trabajaremos con otros - nuestros socios, proveedores, competidores y reguladores – para elevar los estándares de nuestra industria
- Informaremos abiertamente nuestro desempeño, bueno y malo
- Reconoceremos a aquellos que contribuyan a mejorar el desempeño (de los factores) HSE".

En otro documento más específico de BP Amoco sobre la preocupación por cuidar del ambiente, se enfatiza:

"En nuestra política acerca de HSE, BP Amoco ha establecido simplemente la meta de no dañar el medio ambiente. Este desafío estimula a la organización a *encontrar formas innovadoras* para comprender nuestro impacto ambiental y tomar acciones para mitigar los efectos de nuestras actividades en el medio ambiente local, regional y global".

Es de hacer notar que hasta la fecha, 60 instalaciones de BP Amoco en el mundo han obtenido la certificación ISO 14001. Adicionalmente, en marzo del 2001, se editó el documento "Getting HSE Right – A guide for BP managers", el cual debe ser observado por los gerentes de todas las unidades de negocio de BP Amoco alrededor del planeta, e incluye entre otros compromisos el relativo a la implantación del sistema de administración de los factores HSE diseñado con base en el ciclo de mejora continua denominado "Plan – Perform – Measure – Improve". Dicho sistema está integrado por los 13 elementos que siguen:

1. Liderazgo y responsabilidad
2. Administración y evaluación del riesgo
3. Entrenamiento del personal y su comportamiento
4. Trabajando con contratistas y otros
5. Diseño y construcción de instalaciones
6. Operaciones y mantenimiento
7. Administración del cambio
8. Información y documentación
9. Clientes y productos
10. Comunidad y conciencia de personas ligadas a la empresa (stakeholders)
11. Administración de crisis y emergencias
12. Prevención y análisis de incidentes
13. Valoración, aseguramiento y mejora

Este es tal vez el momento más apropiado para hacer una comparación entre los 13 elementos que conforman el sistema de administración de los factores HSE de BP Amoco y los 6 elementos que integran el modelo conceptual del SAEA propuesto en la presente tesis doctoral, y revisar la congruencia que existe entre ambos sistemas, como se puede observar a continuación:

Elementos del Sistema HSE de BP Amoco	Congruencia con el Modelo SAEA	
	Lineamientos	Elemento(s)
1. Liderazgo y responsabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Prioridad corporativa - Compromiso y liderazgo 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Administración de calidad total
2. Administración y evaluación del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> - Administración integral - Administración de riesgos ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa
3. Entrenamiento del personal y su comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Educación de los empleados - Educación y entrenamiento - Involucramiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Administración de calidad total - Administración de calidad total

Elementos del Sistema HSE de BP Amoco	Congruencia con el Modelo SAEA Lineamientos Elemento(s)	
4. Trabajando con contratistas y otros	<ul style="list-style-type: none"> - Contratistas y proveedores - Educación y entrenamiento - Métodos modernos de supervisión 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Administración de calidad total - Prevención de la contaminación
5. Diseño y construcción de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategias de diseño - Diseño concurrente de componentes - Desarrollo y diseño del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del ciclo de vida - Análisis del ciclo de vida - Uso de tecnologías limpias
6. Operaciones mantenimiento y	<ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones y operaciones - Operaciones en laboratorio - Operaciones en oficinas - Operaciones en mantenimiento - Mejores prácticas operativas 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Uso de tecnologías limpias
7. Administración del cambio	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas y procedimientos ecológicos - Administración del agua - Administración de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Uso de tecnologías limpias - Uso de tecnologías limpias
8. Información documentación y	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema automatizado de información - Cumplimiento e informes - Mejores prácticas operativas 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa - Uso de tecnologías limpias
9. Clientes y productos	<ul style="list-style-type: none"> - Productos y servicios - aconsejar al consumidor - Etiquetado de productos ecológicos - Nuevas prácticas de comercialización 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa - Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental - Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental
10. Comunidad y personas ligadas a la empresa	<ul style="list-style-type: none"> - Contratistas y proveedores - Contribución al esfuerzo común - Apertura al diálogo - Mercadotecnia ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa - Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental
11. Administración de crisis y emergencias	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de administración del riesgo - Programa de atención de emergencias - Plan de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa

Elementos del Sistema HSE de BP Amoco	Congruencia con el Modelo SAEA Lineamientos Elemento(s)	
12. Prevención y análisis de incidentes	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación previa de actividades - Identificación de riesgos - Análisis y prevención de impactos ambientales - Mantenimiento preventivo - Control del proceso - Simulación del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa - Excelencia ambiental corporativa - Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental - Uso de tecnologías limpias - Uso de tecnologías limpias - Uso de tecnologías limpias
13. Valoración aseguramiento y mejora	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de mejora continua - Productos y servicios - Administración de materiales - Etiquetado de productos ecológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Excelencia ambiental corporativa, Administración de calidad total - Excelencia ambiental corporativa - Uso de tecnologías limpias - Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental

Debe resaltarse el hecho de que el único elemento del Modelo SAEA que no aparece de forma clara y explícita en el Sistema HSE de BP Amoco es el referente a la innovación tecnológica y empresarial, aunque se menciona en la política ambiental de dicha empresa que *deben buscarse formas innovadoras para no dañar el medio ambiente.*

La comparación anterior resulta sumamente valiosa para los objetivos perseguidos en la presente investigación, ya que con la misma se comprueba la validez teórica – conceptual del Modelo SAEA, que representa la principal aportación de esta tesis doctoral a la administración ambiental a nivel organizacional.

Volviendo al análisis de la empresa BP Amoco, puede citarse que cuenta con distintos parámetros o indicadores para ir midiendo su desempeño ambiental de manera casi continua, como son los relativos a : cambio climático, emisiones al aire, contaminación del agua, derrames de petróleo, generación de desechos, uso de energía, biodiversidad, certificación ISO 14001 y sitios contaminados.

El tema del cambio climático ha levantado una genuina preocupación por parte de la sociedad en general. BP Amoco comparte esta preocupación y considera que la industria debería liderar la búsqueda de soluciones prácticas y efectivas. Su meta consiste en reducir en toda la corporación las emisiones originadas por los gases de invernadero un 10% por debajo de los niveles que tenían en 1990 para el año 2010.

Las emisiones al aire que informa BP Amoco y en las cuales mantiene metas anuales de reducción son: dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no metánicos o compuestos orgánicos volátiles (VOC's) y partículas – las cuales pueden llegar a tener impactos importantes a nivel local o regional en la calidad urbana del aire y en la formación de lluvia ácida.

El agua se considera esencial para cualquier tipo de vida. Representa un recurso que es parte integral de la biosfera y es crucial para el desarrollo socio – económico de las naciones. BP Amoco tiene definidos indicadores y metas anuales de desempeño sobre las descargas principales de agua, el agua de enfriamiento requerida en procesos, agua contaminada y tratamientos de agua. Lo que se pretende es implantar un sistema global de administración del agua.

Los tres aspectos fundamentales contemplados por BP Amoco acerca de derrames de petróleo son: tener metas y registros para reducir el número de derrames; hacer inspección de recipientes y tuberías empleadas en el transporte de petróleo crudo; y dar respuesta inmediata a los derrames de petróleo, incluyendo su limpieza y restauración. Se registran el número de derrames que sobrepasen 1 barril de crudo en volumen y que afecten ya sea el suelo o el agua.

En cuanto a la generación de desechos, BP Amoco tiene la intención de reducir, reusar y reciclar todo el material que sea posible, aplicando las mejores prácticas aceptadas en la industria, como parte de una administración efectiva de desechos. Siempre que resulte factible se utilizan técnicas innovadoras para la disposición de los desechos; por ejemplo, en Mozambique, un desecho de crudo se ofrece sin costo a las plantas cercanas generadoras de potencia y a las fábricas de cemento para ser usado como combustible.

Durante el año 2000, BP Amoco se dedicó a tener un enfoque común sobre la administración de la energía en las unidades de operación de la corporación. Se ha medido y administrado el consumo de energía en las refinerías y plantas químicas durante muchos años. Se han desarrollado indicadores clave de desempeño energético para demostrar una mejora substancial en cada instalación industrial, donde se tiene un coordinador de energía para lograr dicho propósito. Se están explorando las soluciones combinadas de calor y potencia como tecnologías de ahorro energético.

En cuanto a biodiversidad, BP Amoco se ha comprometido en trabajos de conservación de la naturaleza desde 1989 en asociación con organismos internacionales como Bird Life, Fauna & Flora, Wildlife Habitat Council, The Nature Conservancy, y Earthwatch, para mejorar los ecosistemas en varias partes del mundo. Desde el 2000, se empezó a explorar como incluir a la biodiversidad dentro del sistema de administración ambiental, y se inició el

desarrollo de planes de acción para considerar los aspectos de biodiversidad en las prioridades nacionales y locales.

Ya que la norma ISO 14001 define la estructura y requerimientos globales de un sistema de administración ambiental y de que es válida y aplicable a nivel mundial; BP Amoco ha decidido que para fines del 2001, todas sus principales instalaciones estén certificadas de acuerdo con dicha norma y generen informes ambientales de cada sitio.

Una de las expectativas de BP Amoco al implantar el documento "Getting HSE Right" es precisamente el hecho de que las áreas operativas del negocio produzcan de forma periódica un estado de su situación ambiental, que pueda ser verificado por un tercero. Tales informes están diseñados para comunicar al público en general sobre los programas y desempeño ambientales de la empresa a nivel mundial y local.

DuPont

En el horizonte mundial, una compañía líder en su línea de negocios y comprometida con el cuidado del medio ambiente es, sin lugar a dudas, DuPont.

DuPont cuenta con ingresos anuales del orden de \$ 24,726 millones de dólares americanos y ganancias de \$ 4,339 millones de dólares en el mismo lapso. Tiene 79,000 empleados distribuidos en 70 países en el mundo con 135 servicios de proceso y manufactura, así como más de 40 laboratorios de investigación y desarrollo y servicio a clientes en Estados Unidos y más de 35 laboratorios en otros 11 países. Comercializa cientos de productos y servicios en una amplia gama de mercados, tales como químico, electrónico, de alimentos, hasta biotecnológico, aeronáutico y espacial.

Sin variar sus principios – excelencia en seguridad, salud y medio ambiente; los más altos niveles de ética e integridad en los negocios y el trato honesto y respetuoso de toda la gente – la meta de DuPont es convertirse en una compañía que genere valor para sus accionistas y la sociedad, a la vez que disminuya su impacto en el medio ambiente.

La filosofía de DuPont está enfocada al mejoramiento de la calidad de vida y la vitalidad de las comunidades en que opera a través del mundo. Mediante contribuciones financieras y de los esfuerzos voluntarios de sus empleados, DuPont apoya programas y organizaciones dirigidos al progreso social, éxito económico y excelencia ambiental – todos ellos componentes clave de la sustentabilidad en la comunidad.

DuPont trabaja para integrar el desarrollo sustentable en planeación estratégica y procesos de la corporación. Por medio de comunicar ampliamente metas concretas, DuPont ha incorporado objetivos de crecimiento sustentable en el desarrollo de productos, investigación y desarrollo, y operaciones de manufactura.

- a) Lanzamiento inicial. Los principios básicos del desarrollo sustentable en DuPont pueden ser encontrados en el énfasis histórico en la seguridad industrial. Fuerzas internas y externas en las postrimerías de los 80's expandieron el enfoque de la seguridad para incluir temas ambientales.
- b) Papel de la alta gerencia. Los directivos en DuPont no sólo delinearon el imperativo inicial del desarrollo sustentable, sino que han trasladado la visión original a una serie de metas tangibles de negocios y estrategias que los empleados, clientes, proveedores y socios puedan

entender y medir. La gerencia ha impactado el desarrollo sustentable en DuPont por:

- La creación del contexto para el desarrollo sustentable, a través de la responsabilidad de integrar el desempeño y metas ambientales con los negocios. Desde 1994 "La meta cero" ha sido el principio guía así como la simple frase pudo ser traducida a cada lenguaje y aplicada en cada país en que DuPont está presente.
 - La defensa de los principios de sustentabilidad promocionando la integración de éstos en procesos de innovación en DuPont.
 - La definición de visión y metas de la sustentabilidad con base en:
 - Un amplio entendimiento y aplicación en los negocios de la corporación.
 - Metas intermedias tangibles alrededor de las cuales los recursos internos y la atención externa puedan ser movilizadas.
 - Un elemento de medida del valor en negocios del desarrollo sustentable.
- c) Informes de sustentabilidad. DuPont valora el desempeño sustentable contra la estrategia general de crecimiento, metas ambientales y uso de recursos.

El compromiso de la gerencia y los empleados con el desarrollo sustentable es medido en diferentes frentes. Distintos aspectos de sustentabilidad y monitoreo son: estrategias, estructura de administración, presupuesto para soportar el desarrollo sustentable y generación de informes a diferentes niveles.

- d) Enlace con socios, proveedores y clientes. El vínculo es a través del uso de paneles de orientación, foros de discusión y diálogos conducidos tanto a escala comunitaria como global.
- e) Logros a la fecha. El crecimiento global en DuPont ha incidido directamente en su productividad, con reducción de costos de operación, mejores rendimientos y reducción de emisiones. La corporación admite que la máxima línea de crecimiento o la creación de nuevos negocios a partir de la sustentabilidad permanece como un reto.

Como resultado de sus esfuerzos, el Índice de Sustentabilidad Dow Jones nombró a DuPont como la empresa líder en la industria química. Algunos de sus logros durante 2001 estuvieron relacionados con reducciones en el consumo energético en 2.1%, en las emisiones de gases de invernadero en 1.1%, y en los desechos no peligrosos en rellenos sanitarios en 6%.

A continuación se proporcionan extractos del informe de avance de Desarrollo Sustentable 2002, suscrito por su Presidente Ejecutivo y Jefe de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, Charles O. Holliday, Jr.

"Nuestra meta para el siglo 21 es convertirnos en una compañía con crecimiento sustentable, que cree valor para el socio y la sociedad mientras disminuimos nuestro impacto ambiental a lo largo de las cadenas de valor en que operamos. Como parte de nuestra transformación hemos trabajado fuerte en la reducción de nuestros impactos en el ambiente y hemos puesto agresivos objetivos para ser alcanzados en 2010 en las áreas de uso de energía, reducciones de gases por efecto invernadero y el uso de energía renovable.

El uso de la energía global total en la compañía está ahora 6% debajo de los niveles de 1990, más que el balance de crecimiento en los últimos 12 años. Esto ahorró a DuPont más de 1,500 millones de dólares comparados con la energía que habría sido incrementada en proporción a nuestros aumentos en producción. Hoy, 3% de nuestras necesidades de energía son derivadas de fuentes renovables, principalmente potencia hidroeléctrica. Sin embargo, investigamos otras fuentes tales como gas metano, biomasa y viento. Obtuvimos 14% de las ingresos en 2002 de fuentes que no son agotables como insumos agrícolas, ventas de tecnología y servicios de consultoría. Nuestro objetivo es 25% para 2010.

Continuamente mejoraremos nuestras prácticas a la luz de los avances en tecnología y de nuevos conceptos en seguridad, salud y medio ambiente. Haremos consistente el progreso mensurable en la implementación de estos principios a través de nuestras operaciones en todo el mundo y apoyaremos el "Cuidado Responsable" como un programa clave para alcanzar estos principios:

- Los más altos estándares de desempeño, excelencia en los negocios.
- Cero daños, enfermedades e incidentes.
- Cero desperdicios y emisiones.
- Conservación de recursos naturales, energía y biodiversidad.
- Mejora continua de procesos, prácticas y productos.
- Discusión abierta y pública, influencia en la política pública.

- Compromiso de los empleados y la gerencia con el desarrollo sustentable.”

La política de DuPont en seguridad, salud y medio ambiente establece:

“Extraeremos, elaboraremos, usaremos, empacaremos, transportaremos y eliminaremos nuestros materiales de manera segura y responsable con el medio ambiente.

Continuamente analizaremos y mejoraremos nuestras prácticas, procesos y productos para reducir su riesgo e impacto a través del ciclo de vida del producto. Desarrollaremos nuevos productos y procesos que incrementen los márgenes de seguridad tanto para la salud del ser humano como para el ambiente.

Trabajaremos con nuestros proveedores, transportistas, distribuidores y clientes para compartir responsabilidades del producto, y proporcionaremos información y asistencia para apoyar los esfuerzos para lograrlo.

Promoveremos la discusión abierta con nuestros socios, proveedores y clientes acerca de los materiales que manufacturamos, usamos y transportamos y los impactos de nuestras actividades sobre su seguridad, salud y medio ambiente”.

Debe mencionarse que DuPont ha logrado el nivel de la “Práctica en el lugar” para el código del producto dentro del programa “Responsabilidad Integral”, conocido a nivel mundial como “Responsible Care”.

En las áreas de medio ambiente, energía y recursos renovables, DuPont ha alcanzado las metas fijadas para 2010 reduciendo las emisiones de gases por efecto invernadero de sus operaciones globales un 65% con respecto a 1990. DuPont tiene como reto mantener o mejorar este nivel de reducciones mientras crece en sus negocios.

Mientras el desempeño ambiental continúa mejorando, los costos globales en el rubro de medio ambiente en 2001 fueron de 550 millones de dólares (antes de impuestos), por debajo de los 1,000 millones de dólares de 1993.

Se han reconocido externamente y de forma notable las acciones que DuPont ha tomado para constituirse en una compañía con crecimiento sustentable. Está clasificada en primer lugar en la Encuesta de Innovaciones 2002, y en el Índice de Sustentabilidad Dow Jones 2002. DuPont está complacida con el creciente interés y reconocimiento por la comunidad de inversión debido a su compromiso por el desarrollo sustentable, que puede ser un factor importante en las decisiones de inversión.

Los programas y procedimientos pertenecientes al desempeño económico, ambiental y social son:

- El Consejo de Crecimiento Sustentable, presidido por el presidente del consejo, evalúa políticas y recomienda programas para manejar la integración del crecimiento sustentable en la corporación.
- Redes específicas que trabajan a través de todos los negocios para integrar programas. Ejemplos de redes de operación son: responsabilidades del producto, administración de la seguridad del proceso, seguridad en la distribución, seguridad en el empleo, ergonomía, desperdicios y emisiones, y protección contra incendio.

Indicadores de desempeño ambiental (referencia: Informe de Progreso de Desarrollo Sustentable 2001): porcentaje de materiales usados que constituyen desperdicios provenientes de otras organizaciones; uso de energía directa por fuente primaria – año 1998, unidades – millones de BTU: electricidad - 65,252,000; carbón y coque - 31,000,000; gas - 75,000,000; combustible - 7,800,000; desperdicio - 19,000,000; vapor - 18,600,000; uso de energía indirecta y uso de agua total.

Posición de Dupont ante la biodiversidad. La protección de la biodiversidad del mundo es una importante necesidad social, así como un requerimiento crítico para el desarrollo de nuevos productos. Como parte del principio corporativo hacia un crecimiento sustentable, DuPont busca conservar y proteger la biodiversidad como recurso natural; considera la participación de las comunidades locales en la selección, diseño, producción e introducción de sus productos.

Aventis (Hoechst – Rhone Poulenc)

Aventis es una compañía líder en el mejoramiento de la vida a través del descubrimiento y desarrollo de productos de innovación para el cuidado de la salud. Aventis es resultado de la combinación de negocios realizada en diciembre de 1999 entre dos grupos líderes farmacéutico y químico, Hoechst y Rhone-Poulenc. Se está transformando en una compañía con enfoque al cuidado de la salud, retirándose a su vez de actividades no fundamentales para su negocio central.

Las principales áreas de negocios que cubre son: prescripción de medicamentos, vacunas para uso humano y proteínas terapéuticas que cubren el 86%, 7.8% y 6.2% de sus ventas. (no se consideran áreas consideradas secundarias tales como nutrición animal).

El número total de empleados contratados en las áreas principales de negocios en 2001 fue aproximadamente de 75,000 en más de 120 países.

Sus ventas netas se elevaron 9.8%, sin incluir efectos monetarios y estructurales, a 17.674 billones de libras esterlinas al final de 2001, de 16.091 billones de libras esterlinas en 2000. Las ganancias antes de intereses, impuestos y amortización alcanzaron 3.86 billones de libras esterlinas. Las ganancias por acción se elevaron 38% a 2.07 libras de 1.5 libras correspondientes al año 2000.

La innovación dirige el crecimiento de Aventis. Su objetivo es convertir rápidamente el conocimiento científico en productos de mercado para el cuidado de la salud y de esta manera generar crecimiento sustentable e incrementar rentabilidad. Las inversiones en investigación y desarrollo de 2.97 billones de libras en 2001, o aproximadamente 17% de las ventas de las áreas principales de negocios en 2001, se ubicaron entre las más altas de la industria farmacéutica.

A continuación se resumen los alcances clave de tres compañías de Aventis (Aventis Pharma, Aventis Pasteur y Aventis Behring):

Aventis Pharma. Sus mercados y actividades de ventas están dirigidas a un grupo de marcas estratégicas con fuerte potencial de crecimiento. La cartera de productos la encabezan: Allegra/Telfast, el medicamento cuya demanda ha sido las más rápida del mundo para el tratamiento de alergias de temporada; y el agente anti-trombosis Lovenox/Clexane, considerado el líder en el tratamiento de trombosis avanzada y en diversos infartos.

Aventis Pasteur. Compañía líder en vacunas, comercializa un amplio rango de productos en esta industria. Con una herencia que data de Luis Pasteur y Marcel Mérieux, proporciona más de 1.2 billones de dosis de vacunas

cada año que protegen cerca de 500 millones de personas alrededor del mundo contra 20 enfermedades en 150 países.

Aventis Behring. Líder mundial en la industria de la proteína terapéutica. Produce cerca de una quinta parte de las terapias base plasma del mundo. Esto incluye terapias de coagulación para tratamiento de desórdenes tales como la hemofilia y la enfermedad de von Willebrand.

Desde su creación, Aventis ha abrazado *la excelencia en el desempeño ambiental, de salud y seguridad como factores críticos para lograr el éxito de la compañía*. Su meta consiste en ser una compañía líder en las áreas de medio ambiente, salud y seguridad esforzándose en salvaguardar la salud de sus empleados, visitantes y vecinos; y haciendo su parte para proteger el medio ambiente para las futuras generaciones.

En 2001, continuó midiendo su desempeño en el mundo, recolectando datos en un amplio rango de parámetros de EHS (Environment, Health and Safety) para establecer un base sólida para el mejoramiento futuro.

Como una demostración de su compromiso con la salud y seguridad de sus empleados, en 2001 Aventis lanzó el premio CEO para Seguridad a fin de distinguir a los equipos o lugares de Aventis que alcanzaron excelencia en seguridad o que demostraron mejoras significativas. También ha iniciado el "Intercambio de Mejor Práctica en EHS", habiéndose tenido más de 100 propuestas que representan a más de 6,000 empleados de 26 países compitiendo en estas iniciativas.

Aventis continúa haciendo progresos en la implantación de su esquema de sistema de administración a través de sus empresas usando aproximaciones basadas en riesgos para establecer prioridades. Además, 4 lugares de Aventis fueron certificados por el estándar del sistema de administración ambiental ISO 14001 en 2001, uniéndose a 11 lugares más que han recibido certificación en años anteriores.

Visión y estrategia. Aventis asume el desarrollo sustentable como un principio guía y como una meta estratégica de sus actividades de negocios. El desarrollo sustentable envuelve todos los sectores de la sociedad con los que se trabaja para cubrir necesidades sociales comunes y mejorar la calidad de vida sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras para enfrentar sus propias necesidades. Aventis sabe que el éxito a largo plazo depende de su habilidad para desempeñar sus actividades de negocios de una manera sustentable.

Como una compañía farmacéutica guiada por la innovación que ayuda a mejorar la calidad de vida humana enfoca sus esfuerzos al aprovisionamiento sustentable para el cuidado de la salud, concepto denominado por Aventis como cuidado sustentable de la salud.

Innovación con responsabilidad. Aventis comparte compromiso y responsabilidad específica con otras compañías farmacéuticas líderes para usar la ciencia y aplicar la tecnología para innovar medicamentos a necesidades médicas no resueltas.

Medio ambiente, salud y seguridad. Como pilar fundamental del cuidado sustentable de la salud, Aventis ha abrazado la excelencia en su desempeño ambiental, de salud y de seguridad y administra programas EHS de manera estratégica y proactiva. Ha desarrollado un mapa estratégico de 5 años que incluye metas y objetivos integrados a un plan general de negocios, conocido como viaje a la excelencia

Aventis considera tres grandes áreas en su rumbo hacia la excelencia EHS: sistema de administración, medio ambiente, salud y seguridad.

Dentro del sistema de administración se tienen los siguientes objetivos principales: sistema de administración EHS, responsabilidad inherente al producto, proveedores y evaluación de riesgos (para 2003 se planea que 100% de los lugares de trabajo tengan completa su valoración de riesgos y para 2004 con todos los nuevos riesgos valorados y la revisión periódica de los riesgos existentes).

En medio ambiente se consideran la administración ambiental y la valoración ambiental de los lugares.

Sustentabilidad a través del mercado. Aventis cree en su responsabilidad de encontrar los requerimientos de la "línea de triple fondo" que satisfagan las necesidades sociales, ambientales y económicas para sumar valor a la sociedad en su conjunto.

Organización, políticas y sistemas de administración. La política EHS articula con mayor detalle la visión de ser de una industria líder reconocida, así como el compromiso de conducirse en los negocios con respeto y cuidado al medio ambiente de acuerdo con los principios del desarrollo sustentable.

Algunas de las iniciativas voluntarias de Aventis se desarrollan en los siguientes campos:

Biodiversidad. La promoción de la biodiversidad es el objetivo del proyecto "Aventis Life Counts" que representa una contabilidad simple acerca del estado de la biodiversidad global en el principio del siglo 21. Entre los socios de este proyecto se cuentan el Centro Mundial de Monitoreo de Conservación, la Unión Mundial de Conservación y el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUMA).

Fundación de Aventis. La Fundación Aventis promociona proyectos en la interfase de la cultura, ciencia, negocios, política y sociedad. Uno de sus objetivos principales es identificar a la gente que formará mañana y capacitará para contribuir al desarrollo sustentable.

Sistemas de administración. Cada negocio proporciona recursos humanos y mantiene un sistema de administración EHS comprensible basado en el modelo ISO14001. A través de sus respectivos sistemas de administración EHS, cada negocio está comprometido a alcanzar la mejora continua en las áreas de medio ambiente, salud y seguridad. Los elementos de la estructura del sistema de administración EHS más comunes usados por Aventis son: liderazgo, política y compromiso; planeación; implementación y operación; medición, evaluación y corrección; y revisión, informes y mejoramiento.

Certificación externa. De manera regular se compara el sistema de administración con los programas de certificación legal, tales como ISO14001 y evolución OHSAS 18001. Como prueba irrefutable del esfuerzo del sistema de administración de Aventis, todos los lugares de síntesis química a gran escala están programados para alcanzar certificación ISO14001 en 2003.

Valoración del riesgo y ubicación. Un sistema de administración principal en Aventis, no sólo en EHS sino en la administración total de negocios, es la valoración y administración de riesgos. Desde una perspectiva EHS, cada lugar requiere tener un proceso comprensible de valoración de riesgos, así como informar sobre ciertos riesgos. Esto ayuda a asegurar que la atención y recursos de la gerencia estén enfocados a riesgos apropiados a su relativa probabilidad de ocurrencia y seguridad.

Integración de EHS con procesos de negocios. Aventis cuenta con programas y procedimientos comprensibles de "administración del cambio". Uno de sus requerimientos claves específicamente guía a la administración del cambio y requiere que todos los lugares establezcan y hagan obligatorios procedimientos para asegurar que las acciones destinadas a crear o modificar servicios, procesos o procedimientos de operación sean apropiadamente evaluadas para determinar su impacto EHS.

Cadena de suministros. Los impactos EHS de sus productos y operaciones no están limitados a lo que ocurra en sus servicios. Aventis se esfuerza por dirigir temas ambientales y sociales a través del ciclo de vida del producto. Recientemente se adoptó un código de conducta para proveedores de bienes y servicios que formalmente establece las expectativas de Aventis en su ética de negocios.

Desempeño. El año 2000 fue el primer año completo que Aventis trabajó como tal, fue el año base para una serie fundamental de parámetros de

desempeño: consumo de energía, consumo de agua, emisiones de CO₂ y generación de desperdicios. En 2001, las tres compañías de Aventis reportaron sobre una base más amplia de indicadores de desempeño ambientales, sociales y económicos.

La guía para informes globales de sustentabilidad fue establecida en 1997 con la misión de desarrollar guías aplicables globalmente, de manera voluntaria, para informar del desempeño económico, ambiental y social. Convenida por la Coalición para Economías Responsables con el Medio Ambiente en sociedad con el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA), esta guía incorpora la participación activa de corporaciones, organizaciones no gubernamentales, asociaciones de negocios y otros elementos alrededor del mundo.

En conformidad con la guía de sustentabilidad, el Informe de Progreso 2001 de Aventis resume las actividades ambientales, de salud y de seguridad. El director general de Aventis ha enfatizado:

“El concepto de la línea de “triple fondo” aplica para un entendimiento integrado de la ejecución de negocios donde la prosperidad económica, la igualdad social y la protección al medio ambiente son mutuamente dependientes. *Aventis visualiza el desarrollo sustentable como un reto en los negocios* y lo encara mediante el suministro de productos y servicios que satisfagan necesidades médicas no resueltas. Asume que las compañías que se organizan para enfrentar este reto permanecen para ganar. La satisfacción de necesidades médicas no resueltas representa oportunidades de mercado para compañías que puedan proporcionar productos y servicios que mejoren la vida de la gente tanto en el mundo industrializado como en los países en desarrollo. Como una compañía farmacéutica innovadora, Aventis se enfoca a mejorar la salud y bienestar de las personas alrededor del mundo.

En años anteriores a 2001, Aventis se había enfocado a reportar el desempeño en las áreas de medio ambiente, salud y seguridad. A partir de 2001, se incluye un amplio rango de temas así como su nueva política y principios para el cuidado sustentable de la salud, asumiendo como base de este nuevo rumbo sus habilidades clave y teniendo como meta convertirse en un líder en las áreas anteriormente señaladas. Se han implementado sistemas para proporcionar informes globales en tiempo real a través de los cuales se envían informes de riesgo y se da seguimiento al desempeño ambiental y de seguridad. Trimestralmente se comparte la experiencia EHS con el público a través de Internet. Sin importar sus logros, se trabaja arduamente en una mejora continua.

Desde que el principal objetivo del desarrollo sustentable fue apoyado en 1992, la pregunta sobre qué constituye el concepto de sustentabilidad ha cambiado fundamentalmente. Se ha visto que la atención del público se

dirige no sólo a los aspectos ambientales, sino que se incrementa hacia los aspectos socioeconómicos del concepto. Mientras nuevas tecnologías de innovación allanan el camino para tratamientos médicos, mucha gente cuestiona las implicaciones sociales y éticas de estos desarrollos. El debate está dominado por temas como las revoluciones genética y digital, la anti-globalización, el bioterrorismo, el acceso al cuidado de la salud para una población creciente y de edad avanzada, el costo y comercialización de medicamentos, derechos de propiedad intelectual y políticas de patentes, bioética y acceso a la información genética.

Para Aventis un nuevo enfoque hacia el cuidado sustentable de la salud ha comenzado...”

Algunos de los indicadores ambientales de Aventis, que comparados con indicadores similares de otras empresas líderes lucen como muy positivos y ambiciosos, razón por la cual se citan a continuación. Dichos indicadores proporcionan para la presente investigación una buena referencia de la importancia que organizaciones globales y destacadas como Aventis están dando a los aspectos ecológicos y energéticos, además de brindar el orden de magnitud de su esfuerzo.

Consumo de energía. En 2001 el uso mundial de energía de Aventis incluyó compras de carbón (0.87 millones de gigajoules), gas (5.86 millones de gigajoules) y petróleo (1.46 millones de gigajoules) para producción local; así como compra de energía eléctrica (4.17 millones de gigajoules). Con ventas normalizadas, su uso total de energía fue de 0.70 gigajoules por mil millones de euros en ventas, 7% menor que el correspondiente a 2000.

Uso de materiales. Aventis da importancia al entendimiento y minimización de su impacto, del cual el uso responsable de materiales es un aspecto. En 2001 se inició la reducción del uso de materiales derivados de animales en ingredientes farmacéuticos activos y excipientes.

Consumo de agua. Durante 2001, se consumieron aproximadamente 78 millones de metros cúbicos de agua en sus operaciones. Su consumo total en 2001 fue 4.4 millones de metros cúbicos por mil millones de euros en ventas, 9 % menos que 4.9 millones de metros cúbicos por mil millones de euros en ventas consumidos en 2000. Sus fuentes principales de agua incluyen agua de pozos, suministro de la red municipal y agua de río. El agua de río generalmente es usada en operaciones de enfriamiento de no contacto y es regresada al medio ambiente casi sin cambio químico.

Emisiones al aire. El dióxido de carbono ha sido identificado como un tipo de emisión al aire que contribuye de manera clave al calentamiento global. Aventis genera dióxido de carbono principalmente del uso de energía. Las emisiones disminuyeron de aproximadamente 40,000 toneladas métricas

por mil millones de euros en 2000 a 34,000 toneladas métricas por mil millones de euros en 2001, un decremento de 15%. Las emisiones generadas por su flotilla mundial de autos no están incluidas en las cifras anteriores. Se estiman emisiones por este concepto de 120,000 toneladas en 2001 basadas en los kilómetros recorridos.

Diversas actividades en servicios incluyen cambio de combustibles de carbón a combustibles de quemado limpio, la instalación de calderas más eficientes y el reuso de algunas corrientes con compuestos orgánicos volátiles, contribuyen a la reducción de emisiones al aire.

Substancias que disminuyen la capa de ozono (ODS- ozone depleting substances). Aventis comenzó la recolección de datos sobre el uso de ODS en 2001 y está manejando el retiro de substancias de alto daño a la capa de ozono. En 2001 sus ODS's fueron de 21.8 toneladas métricas, o 1.2 toneladas métricas por mil millones de euros.

Desperdicios sólidos. De manera continua se busca minimizar los desperdicios peligrosos y no peligrosos y cambiar de la remoción de desechos a reciclaje. En 2001, Aventis generó aproximadamente 100,000 toneladas métricas de residuos peligrosos (5,600 toneladas métricas por mil millones de euros) y 87,000 toneladas métricas de residuos no peligrosos (4,900 toneladas métricas por mil millones de euros).

Emisiones de agua de desperdicio. En 2001, las descargas totales de agua de desperdicio fueron 75.8 millones de metros cúbicos, o 4.3 millones de metros cúbicos por mil millones de euros. Aventis delineó 4 constituyentes principales de agua de desperdicio que son medidos en todos sus servicios: total de sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, nitrógeno y fosfatos. Generalmente se muestrean más constituyentes que los requeridos por las regulaciones locales.

Limpieza del suelo y mantos acuíferos. Actualmente Aventis efectúa procesos de remediación en 4 lugares para restablecerlos a las condiciones de los estándares de limpieza aplicables por la regulación respectiva. Durante 2001, Aventis asumió un proyecto mayor para crear un perfil ambiental de todos los lugares donde opera para entender mejor dónde puede necesitarse una acción adicional.

Cumplimiento de leyes y reglamentos. La política de Aventis señala el respeto a las leyes y regulaciones locales y obediencia estricta a los estándares internos EHS, aún cuando éstos últimos sean más severos que los requerimientos legales locales. De manera rutinaria se realizan inspecciones por parte de agencias gubernamentales para verificar el cumplimiento de regulaciones ambientales, de salud y de seguridad. Aventis no recibió, en 2001, ninguna sanción como resultado de estas inspecciones.

Uso de la tierra y biodiversidad. Casi 40% de los medicamentos terapéuticos son derivados directos de sustancias naturales, de manera que Aventis tiene el mayor interés en asegurar la biodiversidad y el uso responsable de la tierra. Se apoyan activamente iniciativas de biodiversidad, incluyendo el proyecto "Aventis Life Counts" que está basado en el trabajo del Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación.

Productos y servicios. En este indicador se encuentran los siguientes conceptos: medicamentos en el ambiente, propulsores de inhaladores dosificados y administración del ciclo de vida. Este último es abordado a través de un equipo que asegura que las valoraciones EHS sean conducidas como moléculas que se mueven a través de su desarrollo. El proceso comprende la investigación inicial sobre la molécula mediante la escalación de la ruta de síntesis, las formulaciones de producto, el empaque y la distribución. Cualesquiera cambios, incluso extensiones de línea posteriores a la vida del producto, están sujetos a revisión EHS.

Aventis Behring tiene un equipo de *administración del ciclo de vida del producto* que, enfocado a beneficios del paciente, también considera temas EHS que coincidan con su meta de mejora de los productos.

En los indicadores sociales se tienen: salud y bienestar, daños y enfermedades, políticas de empleo y seguridad. En el rubro de seguridad se inscriben temas como entrenamiento a socios para emergencias públicas y privadas, seguridad en vehículos automotores, seguridad y salvaguarda del personal, bioseguridad y capacitación a empleados. En este último punto se ha identificado la capacitación en temas EHS como factor clave en la mejora del desempeño EHS. Varias iniciativas con diversos enfoques están siendo consideradas, incluyendo comunicaciones escritas, artículos sobre la administración de programas de seguridad y participación de empleados en publicaciones de la corporación o locales. La red interna de Aventis Pasteur incluye una sección EHS que facilita el intercambio de información y de las mejores prácticas en cada sitio y entre diversos centros.

Los indicadores económicos son: empleados, ventas, ganancias antes de intereses, impuestos y amortización, margen bruto, gastos por investigación y desarrollo, y desarrollo de la comunidad. Este último indicador es un componente clave del cuidado sustentable de la salud. Sin una adecuada infraestructura comunitaria, los productos estarán fuera del alcance de la gente que los necesita. Ejemplos de esfuerzos para el desarrollo de las comunidades son: ayuda a familias afectadas con desórdenes sanguíneos, donaciones de vacunas y apoyo al combate a la tuberculosis a través de la Fundación Nelson Mandela.

Con base en la información disponible de las tres empresas internacionales analizadas (BP Amoco, DuPont y Aventis) y tratando de hacer la mejor interpretación de dicha información al compararla contra cada uno de los seis elementos básicos que conforman el Modelo SAEA propuesto en la presente investigación, se llega a la tabla comparativa que sigue:

Elementos del Modelo SAEA	BP Amoco	DuPont	Aventis
- Excelencia ambiental corporativa	✓	✓	✓
- Ciclo de vida del producto	Parcial	Parcial	✓
- Administración de la calidad total vinculada a prevención de la contaminación	✓	✓	✓
- Uso de tecnologías limpias	✓	✓	✓
- Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental	Parcial	Parcial	Parcial
- Innovación tecnológica y empresarial	Parcial	Parcial	✓

Como puede observarse de la tabla anterior, al compararse los seis elementos básicos del Modelo SAEA con las estrategias y actividades seguidas por BP Amoco, DuPont y Aventis en materia de administración ambiental y desarrollo sustentable, *las empresas globales analizadas muestran una alta congruencia con los elementos propuestos*. Aventis cumple de manera totalmente satisfactoria con cinco de los elementos, y de forma parcial con el restante. Mientras que, tanto BP Amoco como DuPont cumplen del todo con tres elementos, y parcialmente con los otros tres.

Del análisis previo, se deriva una relevante concordancia entre lo que propone el Modelo SAEA y la filosofía de desarrollo sustentable como principio guía y como factor estratégico en las actividades de negocio que impulsan estas tres grandes corporaciones globales estudiadas, en materia de administración estratégica ambiental aplicada a lo largo y ancho de sus operaciones. No cabe duda que esto brinda mayor peso a la validez teórico – conceptual del Modelo SAEA.



RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

13 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Finalmente las empresas que fueron seleccionadas para ser evaluadas con el modelo integral de administración estratégica ambiental que se propone en la presente tesis doctoral fueron:

Celanese Mexicana, Pemex Gas, Pemex Refinación y Grupo Industrial Resistol. Además se analizó al Grupo Vitro, pero desafortunadamente no se pudieron efectuar las encuestas con su personal ejecutivo como hubiera sido lo conveniente para completar la investigación requerida. Se incluyó al Grupo Vitro porque además de ser una empresa ejemplar, buena parte de sus operaciones las dedica al sector químico en lo referente a la fabricación de vidrio y derivados, y es una organización mexicana que da una alta importancia al desarrollo sustentable ligado al crecimiento de sus negocios. De manera adicional, se evaluó también a una compañía dedicada a la elaboración de aditivos, recubrimientos y productos químicos, pero cuyos directivos no estuvieron de acuerdo en que se mencionara el nombre real de dicha organización; para propósitos del análisis, se citará como "empresa G".

Todas ellas fueron seleccionadas como una muestra representativa de las empresas grandes del sector químico mexicano que han destacado de forma notable en los últimos años, no sólo por prestar un especial cuidado a la protección del medio ambiente, sino porque también han obtenido resultados económicos, comerciales y de mercado importantes en el ámbito nacional, e incluso internacional (Celanese Mexicana y Grupo Resistol). Sus resultados ecológicos ligados a sus resultados económicos y de imagen fueron los factores determinantes para tratar de encontrar en dichas empresas grandes los elementos suficientes que respondieran a un enfoque orientado al desarrollo sustentable.

En forma adicional, se seleccionó a la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) porque además de ser la asociación que reúne a la mayor parte de las empresas importantes del sector químico mexicano, ha promovido desde 1996 dentro de sus empresas agremiadas la filosofía de "Responsabilidad Integral", que corresponde al programa internacional denominado "Responsible Care" que está siendo implantado en 47 países del mundo y es impulsado de forma destacada por las empresas de la industria química internacional; con el propósito de prevenir y controlar la contaminación ambiental, aumentar la seguridad de los procesos, mejorar la seguridad y salud en el trabajo, y dar una mayor atención a la protección de la comunidad. Por todo lo señalado, se considera que las 215 empresas químicas asociadas a la ANIQ representan a nivel nacional la mejor muestra estadística actual del esfuerzo que está haciendo el sector químico mexicano para abatir la contaminación ambiental, y mejorar la seguridad industrial y la salud ocupacional. Aunque estrictamente hablando, pudiera pensarse que la inclusión de la ANIQ no es comparable con el resto de las

empresas escogidas para la muestra exploratoria, su aportación a la investigación reside en el hecho de que varios de los aspectos contemplados en el programa de "Responsabilidad Integral" están muy relacionados con algunos de los elementos que plantea el Modelo SAEA.

Las encuestas fueron efectuadas con directivos de las empresas seleccionadas, a cargo de las funciones de protección ambiental a nivel corporativo dentro de sus propias organizaciones. Se estableció una conversación positiva y abierta desde el inicio de las entrevistas con ellos, pidiéndoles que contestaran los cuestionarios guía, así como los criterios de evaluación escogidos para cada elemento del Modelo SAEA. Cada entrevista tuvo una duración aproximada de cinco horas, realizada en dos días diferentes.

13.1 Presentación de las empresas

A. CELANESE MEXICANA

Con más de 50 años de historia en el sector industrial, Celanese Mexicana (CelMex) ha alcanzado una plataforma operativa y administrativa del más alto nivel, colocándola como una empresa privada líder en el sector químico del país y como un competidor reconocido en los mercados extranjeros.

La constante actualización de su tecnología de producción y su esquema de asimilación son los elementos que hoy le permiten contar con una base tecnológica de punta en sus principales productos. Su equipo de trabajo comprometido y altamente capacitado y una sólida estructura organizacional y de administración han hecho posible convertir los retos y desafíos en oportunidades de desarrollo y crecimiento.

Las operaciones de Celanese Mexicana están concentradas en la elaboración y comercialización de químicos básicos, fibras celulósicas, especialidades químicas y resinas de ingeniería. Estos productos encuentran múltiples aplicaciones en los mercados químico, industrial, cigarrero, de la construcción, farmacéutico, alimentario, textil, de pinturas, de adhesivos, papel y del vestido, entre otros.

La capacidad instalada de CelMex es superior a 500,000 toneladas por año. Sus operaciones se encuentran distribuidas en 3 sitios de producción localizados en la parte central y del sureste mexicano, el centro de distribución San Cristóbal y con las oficinas corporativas localizadas en México, D.F.

La orientación global de la empresa le ha permitido establecer y mantener el nivel de competitividad internacional de sus productos, teniendo acceso a más de 20 países alrededor del mundo. Sus exportaciones equivalen al 47% de las ventas totales, actividad exportadora que la llevó a obtener varios reconocimientos como el de Altex (Empresa Altamente Exportadora) y el Premio Nacional de Exportación 1996.

Aspectos de gran importancia son el cuidado del medio ambiente y la seguridad industrial, aplicando rigurosos programas y cumpliendo y excediendo con las regulaciones mexicanas de control ambiental, seguridad, ecología e higiene; haciéndose acreedora a diversos reconocimientos por parte de la SEMARNAT y PROFEPA, entre otros.

CelMex es una empresa comprometida en materia de calidad, contando desde 1982 con un Sistema Integral de Calidad, que la llevó a obtener en el año de 1992 la certificación bajo la norma ISO 9002 simultáneamente para todas sus instalaciones productivas por parte de Bureau Veritas Quality International, certificación que se ha mantenido hasta la fecha.

Objetivo básico de operación de la empresa es la "Orientación al cliente", incorporando conceptos fundamentales como la búsqueda constante de la mejora continua, trabajando conjuntamente tanto con clientes como con proveedores para cumplir y exceder las expectativas del mercado.

Después de haber sido remodeladas sus oficinas para albergar a CelMex, y ocupando un área de 22,000 m², se encuentran ubicadas justo en el corazón histórico de la ciudad de México rodeadas de áreas verdes en congruencia con el compromiso que CelMex tiene con la ecología. Estas oficinas concentran todas las funciones corporativas de la compañía incluyendo también las de Derivados Macroquímicos, S.A. de C.V. (Demacsa). Con más de 35 años de experiencia en el ramo de las especialidades químicas, Demacsa es una empresa subsidiaria de Celanese Mexicana, que está dedicada a la producción de éteres de celulosa, participa exitosamente en el mercado gracias a la excelencia de su operación, su espíritu de renovación constante y al fuerte respaldo tecnológico y financiero con el que cuenta. Dichos elementos fundamentales han sido aunados a estrictos lineamientos de calidad y buenas prácticas de manufactura, cumple y excede las regulaciones mexicanas de control ambiental y seguridad, siendo una empresa ecológicamente limpia y operativamente segura.

PETRÓLEOS MEXICANOS

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es la empresa más importante de México y la sexta compañía petrolera del mundo. Es el principal contribuyente de recursos fiscales del país; sus ventas en 2001 ascendieron a 424,631 millones de pesos y su utilidad de operación fue de 242,002 millones de pesos.

PEMEX es una entidad estatal que abastece de energéticos y materias primas y petroquímicas a diversos sectores productivos vitales para la economía del país y su objetivo estratégico es contribuir al desarrollo sustentable del país, mediante la explotación eficiente de los hidrocarburos, propiedad de la nación.

El concepto de desarrollo sustentable es un pilar de la transformación de la empresa y significa que PEMEX debe lograr sus objetivos económicos con seguridad en sus procesos e instalaciones, respetando el medio ambiente y la armonía con las comunidades.

PEMEX tiene el compromiso de demostrar con hechos que, en materia de seguridad y protección ambiental es consistente con el sitio relevante que ocupa en la economía del país y en el ámbito petrolero internacional, es una organización compleja que debe administrar los riesgos inherentes a las actividades que realiza.

En materia de responsabilidad social PEMEX, además de aportar una cantidad importante de recursos económicos al estado, para el cumplimiento de sus objetivos sociales realiza acciones de salud ocupacional que benefician a sus trabajadores y a sus familias y se esfuerza por mejorar su relación con las comunidades aledañas a sus centros de trabajo, contribuyendo a incrementar su nivel de desarrollo.

La aplicación de los sistemas de administración de seguridad y la protección ambiental, SIASPA y PROSSPA, en todos los centros de trabajo de PEMEX permitirá alcanzar mejores niveles de desempeño, que se podrán medir y reportar con mayor calidad mediante el sistema de información de seguridad industrial y protección ambiental (SISPA).

B. PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA

PEMEX Gas procesa el gas natural y elabora productos petroquímicos básicos, realiza el transporte y comercialización en el territorio nacional de estos productos, así como del gas licuado del petróleo. Los fuertes aumentos registrados durante 2000 en los precios de referencia del gas natural y de los productos derivados, conmocionaron a nivel mundial a los industriales y demás consumidores. Los crecientes costos de las materias primas asociados con los cambios en la política de precios en México, instrumentadas para amortiguar el impacto de los marcados aumentos en el precio, afectaron los resultados financieros de PEMEX Gas y Petroquímica Básica. Mientras que las ventas en valor y volumen se elevaron a la par del ritmo de la economía nacional, la utilidad de operación alcanzó 2,809 millones de pesos en 2001.

A pesar de la reciente volatilidad en el precio del gas natural, éste constituye una piedra angular de la estrategia energética de México. El crecimiento de la economía nacional mantiene la alza del consumo de energía. Para satisfacer el incremento en la demanda de la manera más eficiente posible, el gobierno federal está comprometido a desarrollar los recursos de gas natural y promover un mercado abierto para su transportación, distribución y comercialización.

En el año 2001 PEMEX Gas procesó 3.6 miles de millones de pies cúbicos diarios de gas natural húmedo, produjo 2.8 miles de millones de pies cúbicos diarios de gas natural seco, 443,000 barriles por día de líquidos y condensados de gas natural, 147,000 barriles por día de etano, recuperó 206,000 barriles por día de gas licuado y 88,000 barriles por día de gasolinas naturales.

El consumo de gas natural en México continuó creciendo en 2001 a pesar de la escalada de precios registrada en la segunda mitad del año y que moderó las ventas del sector industrial. El volumen de ventas a terceros totalizó 1.993 miles de millones de pies cúbicos por día.

El crecimiento en la demanda de gas natural rebasó el nivel de producción nacional, obligando a PEMEX Gas a importar casi 12.7% del volumen total anual demandado en 2001. Las exportaciones fueron de 25 millones de pies cúbicos por día. El volumen de ventas internas del gas licuado totalizó 325,000 barriles por día, el gas licuado sigue siendo el combustible básico de uso residencial en México, utilizado para cocinar y para calefacción. Recientemente, frente a los precios más altos de la gasolina también ha aumentado su preferencia como combustible automotriz, aunque esta tendencia de consumo tuvo un máximo a principios de 2000. Dado el mayor consumo, las importaciones de gas licuado fueron de 75,000 barriles por día en 2001.

La combustión limpia, la transportación y uso relativamente seguros del gas natural son elementos que contribuyen a que continúe creciendo en popularidad en México, tendencia fuertemente apoyada por la política energética del gobierno federal. PEMEX Gas mantiene sus prioridades de inversión, ampliando la capacidad de proceso y la infraestructura de transporte necesario para proveer este combustible en cantidades cada vez mayores.

Entre sus logros más significativos en 2000, PEMEX Gas terminó con éxito un esfuerzo de seis años para mejorar sustancialmente su infraestructura central de transportación de gas natural y de gas licuado, mediante un sistema electrónico automatizado que permite controlar y monitorear las corrientes de gas en la red de ductos. Para PEMEX Gas, el nuevo sistema mejora la existencia de operación y la confiabilidad de la misma red. A los clientes privados les proporciona en tiempo real, acceso vía Internet desde cualquier computadora autorizada a un amplio rango de datos. El sistema representa para PEMEX Gas una nueva herramienta de gran alcance para su extenso número de clientes, que permitirá atraer inversionistas a los competitivos mercados de distribución y comercialización de gas licuado y gas natural.

Desde la entrada de la legislación reguladora a mediados de los noventas, PEMEX Gas se ha preparado para una competencia abierta en un mercado del gas natural de tres mil millones de dólares anuales, incluyendo el acceso privado en términos competitivos al sistema nacional de ductos de transmisión del gas natural de 9,044 kilómetros. PEMEX Gas ha reorganizado sus operaciones y activos en centros de negocios funcionales, ha aumentado la capacidad y mejorado la eficiencia de la operación y sus sistemas de transporte y distribución, ha desarrollado nuevas fuentes de suministro, y ha trabajado fuertemente para consolidar los lazos entre distribuidores y clientes.

Un elemento importante entre las estrategias que PEMEX Gas ha perseguido en los últimos cinco años, es el desarrollo de una extensa red fronteriza de suministro para el gas natural y gas licuado, más flexible y eficiente. En este sentido destacan las alianzas estratégicas con distribuidores norteamericanos, y las interconexiones con los sistemas de las compañías de ductos norteamericanos. PEMEX Gas ha aumentado la capacidad instalada de los flujos de gas que cruzan la frontera a más de 385 millones de pies cúbicos por día.

La seguridad industrial y la protección ambiental están integradas cuidadosamente al diseño y operación de todos los negocios de PEMEX Gas, usando herramientas tales como auditoría y programas de entrenamiento a sus empleados, el organismo subsidiario identifica y resuelve problemas de seguridad dentro de sus instalaciones, al mismo tiempo que impulsa una cultura de prácticas seguras entre sus

trabajadores. Con estos programas, PEMEX Gas se afana en mejorar continuamente sus sistemas de seguridad, vigilando el progreso por medio de mediciones anuales de frecuencia y gravedad de accidentes en sus instalaciones, habiendo sido de 0.50 y 88, respectivamente en 2001, quedando dentro de los mejores estándares internacionales.

Las iniciativas ambientales en PEMEX Gas también han tenido un impacto mensurable en años recientes, como lo muestra la puesta en operación de las plantas nuevas de recuperación de azufre en el centro de procesamiento de Cactus, así como la modernización de las plantas de azufre existentes de Cd Pemex y Nuevo Pemex, las cuales una vez terminadas reducirán perceptiblemente los niveles del dióxido de azufre emitidos en el proceso de recuperación de azufre.

PEMEX Gas también ha logrado disminuciones significativas en la emisión de óxidos de nitrógeno asociada a sus operaciones. En el año 2000, el organismo subsidiario redujo las emisiones de estos óxidos a un nivel de 45%, debajo de los estándares establecidos por las autoridades mexicanas reguladoras en materia ambiental.

C. PEMEX REFINACIÓN

PEMEX Refinación transforma el petróleo crudo en combustibles de uso generalizado como: gasolinas, turbosina, diesel, combustóleo y gas licuado que en su mayoría, comercializa y distribuye en todo el país. El Sistema Nacional de Refinación (SNR) enfrenta retos considerables y una fuerte demanda de productos refinados derivada del dinámico crecimiento económico, cuenta con un programa de modernización multianual, con el cual se trata de optimizar la capacidad instalada para mantener los niveles de proceso y producción constantes, aunque se debe importar para complementar la demanda nacional de productos refinados. A largo plazo, y como resultado de los esfuerzos de modernización que actualmente se llevan a cabo, se espera incrementar la capacidad nacional con productos de calidad ecológica.

PEMEX Refinación produjo 1.267 millones de barriles por día de productos refinados en 2001. El vigoroso crecimiento de la economía nacional, a lo largo de este año, incrementó el consumo de refinados, no obstante que los precios de la mayoría de los productos se fueron al alza, el volumen de las ventas fue de 1.387 millones de barriles diarios. El crecimiento en el consumo se presentó en la mayoría de los sectores económicos, mostrándose una preferencia por la gasolina PEMEX Premium. En conjunto las ventas de gasolina alcanzaron los 551,000 barriles diarios. Las ventas nacionales de combustóleo se situaron en 475,000 barriles diarios, debido principalmente a un incremento en las entregas a la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Las ventas de diesel totalizaron 276,000 barriles por día y las de turbosina se estabilizaron en 55,000 barriles diarios.

En 1997, PEMEX emprendió un ambicioso y extenso programa de reconfiguración del SNR, con el cual aumentará su capacidad de producción, apoyándose en dos objetivos: alcanzar una mayor productividad y obtener productos de alto valor. Aunque el programa ha tenido varios ajustes, por su importancia al futuro económico de México, estos objetivos principales permanecen inalterados.

Este programa de inversión multianual busca modernizar y mejorar la productividad en las operaciones del sistema de refinación; incrementar su capacidad para procesar crudo pesado; expandir su producción de combustibles más limpios y de alto valor, tales como gasolina sin plomo y de grado premium, a expensas de reducir la producción de combustóleo pesado y residuales; y, finalmente, alcanzar incrementos anuales en su producción, conforme lo que requiera la expansión económica de México. La mayoría de los programas se centran en modernizar y aumentar la capacidad en cada una de las 6 refinerías de México. Una vez terminado el programa, se espera incrementar la capacidad de producción de gasolinas en 50%, de diesel en 35%, en tanto que la producción de combustóleo será reducida en 40%. La primera fase del programa de modernización está

concentrada en la refinería de Cadereyta, la segunda fase del programa cubre una serie de proyectos de construcción y reconfiguración en las refinerías de PEMEX ubicadas en Cd Madero, Tula y Salamanca. La tercera fase del programa que aplica a las refinerías ubicadas en Minatitlán y Salina Cruz no está todavía presupuestada.

En un sentido amplio, PEMEX Refinación continúa dirigiendo sus esfuerzos en programas que permitan mejorar su desempeño y alcanzar estándares de operación comparable a las mejores compañías del ramo a nivel mundial. Las metas permanentes de operación incluyen la reducción de costos de energía, transportación e inventarios; mejoramiento a niveles internacionales en los estándares de calidad en los procesos de elaboración; desarrollo de un sistema de información más detallada que permita obtener rentabilidades por producto y planta y la creación de un ambiente operacional que estimule una mayor autonomía, seguridad industrial y capacidad resolutive de problemas en el centro de trabajo.

El mercado mexicano de energéticos continúa creciendo. PEMEX Refinación responde a este crecimiento, ofreciendo productos y servicios de calidad tanto al mayoreo como al menudeo, y para ello actualmente centra su atención en publicitar y acreditar sus marcas entre los consumidores, en sus ventas a menudeo, PEMEX Refinación ha atraído exitosamente a su programa de franquicia a más del 99% de las estaciones de servicio en todo el país y suministra asistencia financiera a los propietarios de las estaciones para readecuar y modernizar las instalaciones y mejorar así el servicio a los consumidores. Esto ha requerido de un estricto cumplimiento de los estándares de seguridad aplicados tanto a las instalaciones como a las operaciones de suministro de combustible. En la última década, PEMEX ha usado el programa para ayudar a remodelar más del 97% de las estaciones existentes en el país, y ha incrementado el número de ellas en 67%.

A nivel mayoreo, PEMEX Refinación ha modernizado sus prácticas de ventas y mercadeo con distribuidores comerciales y compradores industriales, esto ha mejorado la calidad del servicio y fortalecido las relaciones con los clientes. Las condiciones de mercadeo han sido estandarizadas y los contratos simplificados a fin de reducir el tiempo requerido para colocar y recibir órdenes, y ha establecido contratos de suministro con nuevos clientes. El volumen contractual máximo comprometido con los clientes sin incluir a las estaciones de servicio, es cercano a los 730,000 barriles diarios. Recientemente, la compañía ha emprendido esfuerzos por asegurar el control de las marcas comerciales de PEMEX tanto en México como en países vecinos. La compañía vislumbra en una primera etapa, el desarrollo de una más extensa campaña de marcas comerciales la promoción de sus ventas a menudeo en países de Centroamérica como Guatemala.

Para PEMEX Refinación los programas de seguridad industrial son prioritarios. Se realizan auditorías permanentes en todas las etapas de proceso y anualmente se miden, con referencia a las normas internacionales, los incidentes relacionados, así como los niveles de riesgo en operaciones y plantas específicas. Se efectúan programas continuos de entrenamiento para inculcar una cultura que premie las prácticas de seguridad como una característica permanente de las operaciones de la subsidiaria. Los índices de frecuencia y gravedad de accidentes en sus instalaciones se han reducido en los últimos años.

Los programas de protección ambiental en PEMEX Refinación se centralizan en el acatamiento de las auditorías, con referencia a los estándares internacionales. Durante 2000 concluyeron las auditorías ambientales lográndose exitosamente la certificación en la calidad ambiental en equipos e instalaciones adicionales. Al final del año, 79 de 149 instalaciones que incluyen el sistema primario de ductos, terminales marinas, terminales de almacenamiento y distribución y las refinerías mismas fueron certificadas.

La subsidiaria también da seguimiento a los programas en sus refinerías y otras instalaciones para reducir la emisión de contaminantes en el aire, agua y suelo como resultado de sus operaciones y remediar los suelos contaminados. Desde 1994, cuando fueron establecidos nuevos sistemas para la medición de emisiones contaminantes, PEMEX Refinación ha registrado una sostenida disminución en su ocurrencia, la cual fue de 10.5% en el año 2000.

D. GRUPO INDUSTRIAL RESISTOL (GIRSA)

GIRSA es un grupo químico industrial controlado por mexicanos e integrado por empresas subsidiarias administradas con autonomía, lo que les confiere agilidad en la toma de decisiones y una gran capacidad de respuesta, compartiendo un marco de valores, normas y directrices que sustentan y guían el desarrollo del negocio y de su gente. Todos los negocios de GIRSA ocupan una posición de liderazgo en el mercado doméstico mexicano y muchos de ellos compiten exitosamente en Norteamérica, Sudamérica y en otras regiones del mundo.

Fundada en 1936, bajo la razón social de Productos de Tapioca, S.A. y dedicada a la producción de almidón con base en la yuca y dextrinas: pegamento pionero de origen natural, esta empresa surgiría como la creadora del pegamento, cambiando su nombre en 1941 a Adhesivos Resistol. Los 50's simbolizaron el crecimiento y Resistol fabricaba los productos que le darían fama en México: los adhesivos sintéticos. Este lanzamiento, implicó una serie de adaptaciones tecnológicas, lo cual le permitió el desarrollo de nuevos productos. La diversificación petroquímica marcó la década de los 60's, se inició la elaboración de látex de estireno-butadieno y formaldehído, lo que representó el ingreso a la industria petroquímica. En esta misma época Monsanto Mexicana, que fuera establecida en 1950, estaba en pleno desarrollo y buscaba oportunidades de crecimiento, encontrando en Resistol la empresa idónea. Para lograr la fusión entre Resistol y Monsanto Mexicana, en 1971 se hizo necesaria la presencia de capital mexicano complementario, el cual fue aportado por DESC, que en esa época inició el concepto de Sociedad de Fomento Industrial, naciendo así una nueva empresa, Industrias Resistol (IRSA) de la fusión de estas tres empresas.

Poco después del surgimiento de IRSA, se dio un proceso de fuerte crecimiento tanto en los productos que ya fabricaba la empresa como en nuevas áreas como: fenol, metacrilato de metilo, lámina acrílica, entre otras. La consolidación del Grupo se dio en la década de los 80's, concretando varios proyectos como: tablero aglomerado, acetocianhidrina, poliestireno, lámina acrílica, pigmentos naturales, impermeabilizantes y laminados decorativos; lo cual permitió que Industrias Resistol fuera una organización más dinámica y flexible en continua evolución.

En 1992 se separó Monsanto Mexicana de Industrias Resistol, quedando DESC como accionista único. En 1993 se integraron a IRSA los otros negocios químicos en los que participaba DESC: Insa (hule sintético) y Nhumo (negro de humo) y surgió Grupo IRSA, como la empresa tenedora de acciones de todas las compañías que conforman el Grupo. A finales de 1994 cada negocio acuñó su propia razón social:

Razón social

Resirene
 Rexcel
 Quimir
 Bioquimex Reka

 Productos de Consumo
 Resistol (PCR)
 Industrias Negromex (Insa)
 Nhumo
 Fenoquimia
 Plastiglas

Negocio

Poliestireno
 Aglomerado y laminado decorativo
 Químicos industriales
 Pigmentos naturales y aditivos para alimentos balanceados
 Adhesivos e impermeabilizantes

 Hules sintéticos
 Negro de humo
 Fenol, acetona, metil metacrilato y ácido sulfúrico
 Lámina acrílica

Desde 1979 se contó con un equipo de investigación y desarrollo, pero fue hasta 1995 cuando se constituyó el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CID) en Lerma, Estado de México. En 1995 Grupo IRSA S.A. de C.V. cambió su nombre a GIRSA.

Los retos de la nueva era de apertura comercial demandan gran calidad en estructura y de una nueva forma de actuar en la administración de los negocios, bajo el concepto de autonomía y flexibilidad, por lo que organiza sus negocios autónomos dentro de un marco normativo, que agiliza la toma de decisiones y se orienta completamente hacia el cumplimiento de las expectativas de sus accionistas, proveedores, clientes, comunidades y empleados.

GIRSA continúa expandiéndose en áreas de oportunidad de negocios como hules polimerizados, negro de humo, fosfatos, impermeabilizantes y recubrimientos acrílicos. Buscando, en cada una de sus operaciones, la mejora continua integral.

GIRSA constituye el Sector Petroquímico a través de la producción de hule sintético, poliestireno, negro de humo, fenol y emulsiones y el Sector Consumo con la producción de fosfatos, pigmentos naturales y aditivos para alimentos, lámina acrílica, laminados decorativos, aglomerado, impermeabilizantes y adhesivos, bajo las marcas de Resistol, Fester, Acritón, Resikón, Simón, Panelart, Biored y Cromophyl, entre otras. Cuenta con diversos productos, la mayoría de éstos son materias primas para otras industrias y el resto productos para consumo final, pero todos ellos certificados bajo las más estrictas normas de calidad internacional.

A través de sus productos, el grupo está presente en mercados industriales tan diversos como los de la construcción, automotriz, mueblero, llantero, del calzado, artículos escolares, enseres domésticos, pavimentación y detergentes caseros; en la elaboración de insumos para la industria avícola y pecuaria; y en la fabricación de estuches para discos compactos, empaques y envases plásticos. Sus 20 plantas, ubicadas en regiones

estratégicas de la República Mexicana, dan empleo a más de 4,500 personas y reportan ventas netas anuales alrededor de 700 millones de dólares. Las exportaciones directas del Grupo representan alrededor del 30% de sus ventas; tiene relaciones comerciales en 50 países de los cinco continentes.

Entre los logros más recientes el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CID) y Dynasol Elastómeros, resultaron ganadoras del Premio Nacional de Tecnología 2001, en las categorías "Organización Grande de Servicios" y "Organización Mediana Industrial", respectivamente; tres Premios Nacionales de Calidad a Industrias Negromex 1996, Nhumo 1997 y Resirene 2000. Tres plantas consiguieron el primer lugar en el Premio Nacional de Ahorro de Energía: Rexcel Lerma, Rexcel Zitácuaro y Quimir Tultitlán. Nhumo fue ganador del Premio a la Excelencia 1999 del Circuito Mundial de Cabot, éste reconocimiento junto con el Premio Nacional de Calidad 1997, el Premio Nacional al Mérito Ecológico 1999 y las Certificaciones ISO 9002 e ISO 14001, prueba que la excelencia se conquista paso a paso, con visión de líder.

La visión alinea a todas sus empresas dentro de un marco de valores, normas y directrices que sustentan y guían su desarrollo y el de su gente. Todas las empresas de GIRSA se rigen por 5 competencias hacia las cuales dirigen su esfuerzo: control ambiental, seguridad e higiene; recursos humanos; calidad total; tecnología de proceso y tecnología de información.

E. ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA (ANIQ)

La Asociación Nacional de la Industria Química es una asociación civil, constituida el 11 de noviembre de 1959. Actualmente representa más del 90% de la producción privada de químicos industriales de nuestro país a través de las más de 215 empresas de distintos tamaños y actividades dentro del sector que voluntariamente se encuentran afiliadas.

En 1998 comenzaron los esfuerzos por estandarizar el nivel de calidad en sus servicios y obtener la certificación bajo la norma ISO 9002, a pesar de que por primera vez una asociación pretendía desarrollar un proyecto de esta naturaleza. Después de varios meses de planeación, capacitación y varios intentos de implantar el sistema, finalmente el 20 de junio del 2000, la asociación logró obtener la certificación otorgada por Det Norske Veritas (DNV), organismo noruego reconocido por RVA.

La ANIQ, consolidando su participación en el ámbito internacional, como miembro del consejo internacional de asociaciones químicas, organizó por primera vez en 2001 la reunión del Grupo de Liderazgo de Responsabilidad Integral en la ciudad de México. A ésta asistieron 42 personas representando directa e indirectamente a 40 asociaciones de diferentes partes del mundo y participó en la convención anual de "Responsible Care" de la American Chemistry Council, en la cual se presentó la situación actual de Responsabilidad Integral en México en el panel "Responsible Care: A Global Commitment" lo cual resultó atractivo para los asistentes que tienen plantas u oficinas en México.

Vale la pena aclarar que el programa "Responsible Care", traducido al español como Responsabilidad Integral, representa una iniciativa de la industria química mundial en la que sus compañías, a través de sus asociaciones nacionales, se comprometen a trabajar de manera conjunta para mejorar continuamente la salud, la seguridad y el desempeño ambiental de sus productos y procesos, y contribuir así al desarrollo sustentable de las comunidades locales y de la sociedad como un todo. El programa "Responsible Care" se inició en 1985 en Canadá y agrupa ahora a 47 países, en los cuales se elaboran más del 85% en volumen de productos químicos del mundo.

En años recientes, la ANIQ ha brindado apoyo a cada una de las solicitudes de los socios en materia de Responsabilidad Integral; el apoyo se ha reflejado en la preparación de pláticas para semanas de seguridad organizadas por las empresas socias, asesorías específicas, orientación e implantación de prácticas de sensibilización al personal de las empresas que iniciaron o reforzaron la implantación y explicación del programa de Responsabilidad Integral como sistema de administración de salud, seguridad y medio ambiente.

El sistema está constituido por seis códigos de prácticas administrativas: prevención y control de la contaminación ambiental, seguridad de los procesos, seguridad y salud en el trabajo, protección a la comunidad, transporte y distribución, y seguridad de producto.

F. VITRO

Vitro S.A. de CV., a través de sus subsidiarias, es uno de los principales fabricantes de productos de vidrio en el mundo y un importante fabricante de enseres domésticos. Vitro es un protagonista importante en cuatro negocios: vidrio plano, envases de vidrio, cristalería y enseres domésticos.

Las empresas de Vitro atienden múltiples mercados, con diversos productos incluyendo vidrio arquitectónico y automotriz, fibra de vidrio, envases para alimentos y bebidas, vinos, licores, cosméticos, y productos farmacéuticos; artículos de vidrio para el segmento industrial y el del consumidor final; enseres domésticos, envases de plástico y latas de aluminio. Las empresas de Vitro también producen ciertas materias primas y fabrican maquinaria y equipo para uso industrial. Fundado en 1909 en Monterrey, México, Vitro cuenta con coinversiones con socios de clase mundial y empresas líderes. A través de estas asociaciones, las subsidiarias de Vitro tienen acceso a mercados internacionales, canales de distribución y tecnología de punta. Las subsidiarias de Vitro tienen instalaciones y centros de distribución en siete países, localizados en Norte, Centro, Sudamérica, y Europa; exportando a más de 70 países.

La misión de Vitro consiste en ser una empresa comprometida con el cliente, dedicada a ofrecer productos y servicios de valor agregado, en mercados rentables y en crecimiento, sustentada a través de sus valores, el desarrollo de su gente y tecnología de vanguardia.

VITRO en cifras. Ventas netas consolidadas: \$ 3,002 (2001), \$ 2,857 (2000); ventas domésticas: \$ 1,582 (2001), \$ 1,538 (2000); ventas de exportación: \$ 1,420 (2001), \$ 1,319 (2000); exportaciones: \$801 (2001), \$776 (2000); subsidiarias: \$619 (2001), \$543 (2000); activos totales: \$3,418 (2001), \$ 3,339 (2000); activos fijos: \$ 2,451 (2001), \$ 2,377 (2000); empleados: 33,378 (2001), 33,815 (2000); distribución ventas consolidadas: Vidrio Plano: 37%, Envases: 33%, CRISA 9% y Agros Whirpool: 21%. Valores expresados en millones de dólares americanos al 31 de diciembre del 2001.

El desarrollo de sus propios sistemas de medición y la naturaleza misma de la ecología llevó a Vitro a una simple conclusión: *para evaluar el verdadero progreso de una compañía es necesario tomar en cuenta no sólo aspectos económicos, sino también cuestiones ambientales, de salud y seguridad.*

Visión y perseverancia. A principios del Siglo XX, la producción del vidrio se consideraba una expresión artística. El vidrio era fabricado manualmente por jóvenes artesanos, derritiendo las materias primas en pequeños hornos alimentados de leña.

Evolución histórica de Vitro

1910

Combustible: Compuestos derivados de la quema del carbón.

Materiales: piedra sílice molida, piedra caliza, carbonato inglés.

Tecnología: Dos máquinas Owens (modelo AE).

Producción: Cada máquina Owens estaba diseñada para producir 20,000 botellas diarias. Se requería una persona para supervisar la operación.

1911-1912

Combustible: Petróleo.

Producción: Los operarios contaban con habilidades limitadas y poca experiencia, haciéndolos vulnerables a accidentes que retrasaban los procesos de producción.

1918-1936

Combustible: Gas natural.

Tecnología: Máquinas Lynch reemplazaron los modelos Owens, posteriormente éstas fueron sustituidas por máquinas IS.

Producción: Expertos extranjeros entrenaron a la fuerza laboral.

1945-1950

Producción: Fabricación de Máquinas (FAMA) abrió como un pequeño taller que después se convirtió en un centro de capacitación y desarrollo.

1952-1960

Materiales: Arena sílice pura, piedra caliza y sal cosco (carbonato de sodio).

Tecnología: Proceso Solvay para producir carbonato de sodio.

1970-2001

Tecnología: Máquinas electrónicas IS.

Producción: Trabajadores calificados supervisan los procesos, teniendo el control de calidad y la seguridad como prioridades principales, debido a capacitación constante.

La calidad es fundamental para el crecimiento y desarrollo sustentable de Vitro. Sus principios fundamentales de calidad son:

Calidad Ambiental. En calidad ambiental Vitro tiene el propósito de consolidar su liderazgo nacional, asumir un papel preponderante en la materia y perfeccionar su integración al modelo de negocio de la empresa. *La filosofía ambiental de Vitro se basa en:* (1) responsabilidad ambiental: minimizar el impacto de las actividades en el medio ambiente y cumplir, simultáneamente, con la demanda de clientes y consumidores; (2) eco-eficiencia: aplicar las mejores prácticas y tecnologías ambientales; y (3) transparencia: comunicar abiertamente a su personal, las comunidades y público en general, el desempeño ambiental de la empresa. De acuerdo con

esta filosofía, Vitro ha establecido programas ambientales en coordinación con las dependencias gubernamentales competentes.

Industria Limpia. Vitro emprende muchos de sus esfuerzos ambientales de manera voluntaria, reconociendo que hacer lo correcto es bueno para el medio ambiente y para el negocio. En 1998 la empresa empezó a realizar auditorías ambientales voluntarias. A la fecha, 29 de las plantas productivas de Vitro han sido auditadas, 16 de las cuales ya recibieron el Certificado de Industria Limpia y se anticipa que las 13 restantes obtengan dicho certificado en el corto plazo.

Eco-Eficiencia. Una empresa exitosa es la que cuenta con medidas ambientales responsables como el ahorro de energía, la administración del agua y la reducción de emisiones contaminantes; protegen el medio ambiente, e inducen a acrecentar las ventajas competitivas a la empresa.

Calidad de la Operación. Vitro recibió el Premio Ibero-Americano a la Calidad por segundo año consecutivo. De entre un nutrido grupo de participantes procedentes de América Latina, España y Portugal sus subsidiarias, Vidriera Los Reyes y Vitro Flex, recibieron los premios por sus extraordinarios estándares de calidad y su continuo compromiso con la calidad total, a través del Modelo de Administración AST. Vidrio Plano recibió el Premio Nacional de Tecnología como reconocimiento a su plataforma tecnológica y de calidad total. También fue nombrado, por tercer año consecutivo, como Proveedor del Año de General Motors.

El compromiso de esta compañía va más allá del simple cumplimiento: busca proteger la integridad física de sus trabajadores, así como las comunidades donde operan.

A través de los años, Vitro ha desarrollado un conjunto de códigos y principios que buscan transformar las actitudes del personal y las prácticas operativas para cumplir con el Modelo de Administración del Negocio AST, llamado así en honor de Adrián Sada Treviño, Presidente Honorario del Consejo de Administración. Vitro comparte la idea que *la única manera de crecer como compañía es tomando en cuenta el desarrollo humano, la tecnología y la innovación*. Su director general ejecutivo, Federico Sada, señala: "La calidad en materia ambiental y de seguridad industrial requiere que veamos al ser humano como principio y fin de todos nuestros procesos."

Aspectos de negocio en las estrategias y políticas ambientales, de salud y seguridad de Vitro. Para alcanzar el éxito, Vitro asume su responsabilidad con la sociedad y el medio ambiente. Análisis recientes demuestran que un medio ambiente sano se traduce en finanzas sanas. En Vitro, la calidad de vida del personal y el cuidado del medio ambiente han sido pilares del liderazgo de la organización. Continuamente se motiva a los empleados

para que encuentren nuevas alternativas a través de las cuales la compañía pueda cumplir con las necesidades de los clientes, sin dejar de lado la mejora continua en cuanto a medio ambiente, salud y seguridad. Se busca un balance preciso mediante la reorganización creativa de prácticas de negocio.

Vitro explica sus grandes cambios realizados en corto tiempo con base en que el cambio no sólo es cuestión de reaccionar oportunamente. Más bien tiene que ver con la forma en que se toman decisiones. Cuando se cuenta con poco tiempo, suele limitarse el campo de acción. Sin embargo, se pueden utilizar herramientas poderosas para actuar inteligentemente. Ese es el caso de su Modelo de Administración del Negocio AST y su Sistema de Administración Ambiental Vitro (SAV).

Vitro cumple las normas y regulaciones ambientales en las políticas ambientales, de salud y de seguridad, tratando de ir más allá de los estándares actuales. Así mismo, está consciente de que si éstos fueran menos exigentes o desaparecieran por completo, sus clientes, socios estratégicos y proveedores seguirían esperando el mismo nivel de calidad. Por eso trata de anticipar las tendencias, actuando en consecuencia.

La eficiencia de Vitro se capitaliza al *mantener un sano balance entre los factores económicos, sociales y ambientales.*

Años de investigación y planeación dieron como resultado su propio Sistema de Administración Ambiental, SAV. Este forma parte de su Modelo de Administración de Negocio AST que busca evaluar el total funcionamiento de los procesos en Vitro y culmina con el reconocimiento Ing. Adrián Sada Treviño (AST).

Tanto el SAV como el AST dependen de un programa de autoevaluación que se realiza en todas las empresas y centros de trabajo de Vitro para motivar y estandarizar los esfuerzos en cuanto a calidad, seguridad y medio ambiente.

El SAV transforma los procesos de producción en ventajas competitivas al:

1. Cuidar el impacto ambiental en cada una de las operaciones: evaluando los procesos operacionales, estableciendo mecanismos de prevención y corrección.
2. Cumplir con las normas y regulaciones nacionales e internacionales: manteniéndose al día mientras se analizan futuros escenarios para estar un paso adelante de sus competidores.
3. Usar energía y recursos naturales de una manera eficiente: creando nuevas tecnologías al romper con los paradigmas para producir más

usando menos, disminuyendo costos operativos e incrementando márgenes de utilidad.

4. Crear una cultura ambiental: involucrando a proveedores, personal y la comunidad en general, en programas para hacer que el mercado trabaje en pro del medio ambiente, transformando las actitudes de los consumidores y los inversionistas en torno a la sustentabilidad.

5. Administrar los sistemas de calidad ambiental: traduciendo las políticas en acciones concretas que permitan mejorar resultados, de una forma controlada.

Todas las plantas productivas de Vitro están incluidas en el Programa Voluntario de Auditorías Ambientales firmado en 1998 con la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). La mitad de ellas, están oficialmente certificadas como "Industria Limpia". El Sistema de Administración Ambiental (SAV) de Vitro, establecido hace 5 años, ha facilitado el proceso de certificación ISO 14000. Cuatro de sus empresas están en proceso de certificación.

Agua, aire y energía. En 1997 Vitro decidió hacer frente de forma proactiva al desafío establecido por el desarrollo sustentable. Al integrar aspectos ambientales al plan de negocio y procesos, y al crear sistemas y estrategias específicas, ha llegado a una nueva filosofía ambiental que logra un verdadero balance.

El agua juega un papel muy importante en la industria del vidrio: es necesaria para enfriar el equipo utilizado en las líneas de producción. Por ser un recurso tan valioso y escaso, se han implantado programas de eficiencia y reciclaje del agua con magníficos resultados. Vitro ha logrado reducir en un 50% el consumo de agua en la industria de enseres domésticos y un 23% en la industria de fabricación de vidrio.

El proceso de fundición del vidrio genera partículas contaminantes. Las plantas de Vitro utilizan nuevas tecnologías que cuentan con sistemas de control de combustión que permiten reducir drásticamente la emisión de contaminantes.

Vitro ha invertido más de 12 millones de dólares en la aplicación de la tecnología de combustión con 100 por ciento de oxígeno, logrando abatir con esto las emisiones de óxidos de nitrógeno en más de 90 por ciento, y las partículas en más de 60 por ciento.

En 2001 las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) estuvieron 52% por debajo del nivel máximo permitido por la Norma Oficial Mexicana. Además se logró una reducción del 36% en esos mismos niveles durante los últimos

5 años. Cumpliendo con las regulaciones actuales, Vitro logró reducir 25.6% su emisión de partículas de 1997 a 2001.

En Vitro una de las principales prioridades es la eficiencia en la energía. Se tiene la firme creencia que el ahorro de energía y la reducción de emisiones contaminantes dan ventaja competitiva. Esto no sólo protege el medio ambiente, sino también disminuye costos operativos.

Para reducir los niveles de consumo de energía en sus operaciones, Vitro ha realizado importantes acciones. Integró Comités de Ahorro de Energía, en los que personal de todos los niveles participa en reuniones mensuales evaluando el funcionamiento de la planta y compartiendo ideas sobre alternativas para minimizar el consumo de energía y combustibles.

Vitro está comprometido con el desarrollo e implantación de tecnologías para el reciclaje de energía, como alternativa al uso de gas natural y combustóleo, controlando las emisiones a su mínima expresión. Durante los últimos 5 años, ha reducido 30% el uso de energía por tonelada de vidrio producido.

Reciclaje de vidrio. El vidrio reciclado proviene de los desechos sólidos urbanos que se separan en tiraderos y/o rellenos sanitarios y de los programas permanentes de reciclaje en escuelas, asociaciones y municipios. El reciclaje de vidrio es uno de los elementos claves de la política ambiental de Vitro. El vidrio es una sustancia quebradiza y dura fabricada con materiales naturales como arena sílice, ceniza de sodio, cal y una variedad de óxidos metálicos. Utilizando un porcentaje significativo de vidrio reciclado en sus procesos de fabricación, Vitro contribuye a la conservación de los recursos naturales.

Vitro cuenta con cuatro plantas de reciclaje de vidrio localizadas en México, Distrito Federal; Monterrey, Nuevo León; Guadalajara, Jalisco; y Querétaro, Querétaro. Estas plantas procesan aproximadamente 22,000 toneladas mensuales de vidrio reciclado o "cullet". Vitro recicla aproximadamente un 70% del vidrio que produce y se queda en México.

Impacto ambiental del reciclaje del vidrio

Uso racional de los recursos. La materia prima que se requiere para fabricar vidrio es vasta en el planeta, pero no es renovable. Al reciclar, se disminuye el consumo de materia prima en la mezcla y se mejora la calidad del aire.

Cuidado del suelo y subsuelo. El vidrio es un material inerte, es arena fundida que no daña la naturaleza, sin embargo utiliza mucho espacio si se decide enterrar. Al reciclarse, se alarga la vida útil de los espacios físicos utilizados para el confinamiento de los desechos orgánicos.

Ahorro de energía. Cuando en la mezcla de componentes para fabricar vidrio se utiliza vidrio reciclado (cullet), automáticamente se usa menos combustible o energía para fundirlo. Al utilizar menos combustibles hay más energía disponible para otros proyectos urbanos o industriales y se emiten menos contaminantes.

Prácticas seguras, mejores productos. En Vitro, la seguridad es una norma. A la fecha, empleados de todos los niveles han ayudado a implantar un sistema de Control Total de Pérdidas y Políticas de Seguridad (CTP) el cual lleva 96.4% de avance en toda la organización. La seguridad de todos juega un papel estratégico en el desempeño de la empresa. La prevención es la principal estrategia de donde se derivan todos los programas.

Control total de pérdidas. Se aplican técnicas de conocimiento y administración de negocios en el desarrollo de métodos y procesos que buscan la disminución de pérdidas tanto físicas como materiales relacionadas con eventos no planeados. El Det Norske Veritas Institute (DNV) ha posicionado a Vitro entre las 100 mejores empresas de acuerdo a su sistema internacional de medición a nivel mundial. De acuerdo al DNV, a otras compañías les ha tomado 12 años, lo que Vitro ha realizado en 5. Se está superando la norma de seguridad para la industria del vidrio, usando los estándares OSHA (la Occupational Safety & Health Administration se encarga de establecer estándares sobre la materia y de conducir inspecciones de carácter mandatorio. Está soportada en normas como la BS8800, AS/NZ 4801 y la OHSAS 18001). Por cada accidente incapacitante en Vitro, hay siete a nivel nacional como promedio estadístico. Lo mismo sucede en la industria de enseres domésticos en la que se mantiene la proporción de 1 a 3.6.

G. EMPRESA G

Se hace necesario recordar que los directivos encuestados de esta organización no autorizaron a que se mencionara el nombre de la misma en la investigación que aquí se informa, por lo que se hará referencia a la citada compañía como "empresa G".

La compañía G ha participado en la industria química de México desde hace un poco más de medio siglo, forma parte del corporativo de una empresa con presencia mundial. Elabora y comercializa en el país una amplia gama de productos, con los cuales sirve a clientes nacionales y extranjeros en los campos de aditivos, recubrimientos y productos químicos, tales como iniciadores poliméricos (peróxidos orgánicos), iniciadores del grupo azo (- N=N -), siendo su principal aplicación en el área polimérica.

El liderazgo que posee en gran medida se debe a sus modernas técnicas de manufactura y a los altos estándares de calidad en sus productos, así como la experiencia que los respalda en la seguridad de sus productos. El trabajo de investigación y desarrollo y de soporte técnico se realiza en el extranjero, a nivel corporativo.

La compañía G cuenta con procedimientos escritos y diseños de ingeniería que ayudan a garantizar la seguridad de sus procesos, reconocen su compromiso con el medio ambiente y la comunidad en la que se desarrolla, por ello cuenta con sistemas de administración tanto de calidad como ambiental que cumplen con los requerimientos de las normas ISO y cuenta con la certificación ISO 9000 e ISO 14000.

En las páginas que siguen se citarán detalles sobre la administración ambiental que están siguiendo las compañías seleccionadas y se presentarán en forma de tablas para hacer una evaluación comparativa entre las mismas.

13.2 Evaluación ambiental observada en las empresas

En los siguientes cuadros se encuentra en forma de resumen la información recopilada durante las entrevistas a las empresas seleccionadas, de acuerdo con los criterios planteados en la metodología de evaluación.

13.2.1 Filosofía de Excelencia Ambiental Corporativa

1.1 Describa el mecanismo que sigue su organización para monitorear y dar cumplimiento a las nuevas regulaciones ambientales.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana cuenta con los servicios del sistema Normex, recibe anticipadamente la lista de las normas que se van a revisar en el año, analiza cuáles de ellas le impactan y está pendiente de su emisión. Además busca la participación activa en el proceso de elaboración de las normas. Interpreta a través del área jurídica la norma y diseña e implementa la forma en que les dará cumplimiento.</p>	<p>PEMEX GAS hace una revisión del Diario Oficial de la Federación, toma y difunde aquellas disposiciones que le aplican, además de participar con las diferentes entidades en la elaboración de normas a través del comité de normalización de PEMEX. Cuenta con una subgerencia del área de normatividad, dónde se generan las normas de referencia que aplican internamente.</p>	<p>PEMEX REFINACIÓN participa en la elaboración de las normas que le aplican. No cuenta con normas propias en materia de ecología, adopta las emitidas por EPA, pero en materia de seguridad sí cuenta con sus propias normas. Como un mecanismo para monitorear el cumplimiento con las regulaciones ambientales practica auditorías integrales (medio ambiente y seguridad).</p>	<p>Grupo Girsra mediante la consulta al Diario Oficial de la Federación monitorea las nuevas regulaciones ambientales y sostiene participación corporativa en cámaras, asociaciones industriales y grupos de trabajo gubernamentales. Para dar cumplimiento a las nuevas normas genera estrategias a nivel corporativo y se comunican a las diferentes plantas que integran el grupo.</p>	<p>Como parte de su sistema de administración, la empresa G acepta el compromiso de monitorear y dar cumplimiento a las regulaciones ambientales existentes y nuevas que le sean aplicables a la empresa. Sin embargo y como resultado de sus auditorías, el esfuerzo realizado hasta el momento no ha sido suficiente.</p>

1.2 Describa las herramientas y mecanismos que utiliza para involucrar a los integrantes de su organización en el proceso de administración ambiental y la manera en que impulsa los valores ambientales, de salud y seguridad.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana otorga a todos sus colaboradores un bono económico anual, donde el 25% del monto corresponde al cumplimiento de las metas anuales de mejora ambiental. Esto impacta desde la Dirección General hasta el último de los obreros.</p> <p>Se hacen visitas regularmente a cada una de las plantas y cuenta con índice OSHA de 0.39, cuando el promedio mundial es de 0.6 a 0.7.</p>	<p>PEMEX GAS utiliza una serie de libros diferenciados por sus colores, éstos sirven como herramientas para cumplir con sus metas en materia de salud, seguridad y medio ambiente.</p> <p>Organiza anualmente la semana del medio ambiente y el seminario sobre el sistema de gestión. Se hace un reporte de cumplimiento y se publica tanto en los centros de trabajo como en el corporativo.</p> <p>Se otorgan premios en materia ambiental y en ahorro de energía.</p>	<p>PEMEX REFINACION cuenta una visión y misión ambientales.</p> <p>Como herramienta utiliza el sistema de administración de seguridad y la protección al ambiental (SIASPA) y un subsistema de información de seguridad industrial y protección ambiental (SISPA)</p> <p>Se hacen reuniones de la alta dirección y mandos medios para definir los valores en materia de protección ambiental.</p>	<p>Grupo Girsas ha implementado un sistema de administración integral interno SAI-CASH (Sistema de administración integral, de control ambiental, seguridad e higiene).</p> <p>Cuenta con una política ambiental y practica el liderazgo efectivo en el involucramiento del personal en los diferentes niveles de la organización. Trata además con vital importancia la prevención de riesgos involucrando a sus clientes, accionistas, personal y comunidad.</p>	<p>La empresa G involucra a los integrantes de su organización en el proceso de administración ambiental haciendo uso de su política ambiental y a través de sus procedimientos; aunque actualmente no todos los procedimientos son operativamente eficientes, sus empleados están informados.</p>

1.3 Mencione y describa los elementos estratégicos que conforman su programa de administración ambiental, así como los indicadores y parámetros que utiliza para medir el desempeño ambiental de su organización.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana desde el nivel corporativo en su organización incluye el área dedicada a salud, seguridad y medio ambiente.</p> <p>Cuenta con programas ambientales para mejorar el desempeño ecológico, administrar el riesgo y monitorear el progreso en la implantación de los mismos.</p> <p>Dispone de un sistema automatizado de información. Monitorea, controla y analiza la tendencia en las cantidades de emisiones, efluentes y residuos y consumos energéticos.</p>	<p>PEMEX GAS implementó el sistema llamado PROSSPA, conformado por quince elementos estratégicos que son:</p> <p>Compromiso visible</p> <p>Política del SSPA</p> <p>Organización estructural</p> <p>Responsabilidades de la línea de mando</p> <p>Indicadores de desempeño</p> <p>Reglamentos, normas y procedimientos</p> <p>Personal de protección ambiental</p> <p>Motivación progresiva</p> <p>Investigación y difusión de incidentes y accidentes</p> <p>Comunicación efectiva</p> <p>Capacitación</p>	<p>PEMEX REFINACION utiliza el SIASPA, el cual está conformado por 18 elementos que son los siguientes:</p> <p>Política, liderazgo y compromiso.</p> <p>Organización.</p> <p>Capacitación.</p> <p>Salud ocupacional.</p> <p>Análisis y difusión de incidentes y buenas prácticas.</p> <p>Control de contratistas.</p> <p>Relaciones públicas y con las comunidades.</p> <p>Planeación y presupuesto.</p> <p>Normatividad.</p> <p>Administración de la información.</p>	<p>Grupo Girsu inicialmente identifica los aspectos ambientales significativos, cuantifica y establece proyectos y programas de prevención y control, finalmente monitorea mensualmente los resultados obtenidos a través de indicadores definidos, tales como:</p> <p>Consumo de agua por tonelada de producto.</p> <p>Generación de residuos peligrosos por tonelada de producto</p> <p>Generación de óxidos de nitrógeno por tonelada de producto.</p>	<p>Cuenta con un sistema de administración ambiental; sin embargo, las metas planteadas que no se cumplen en el plazo planeado no cambian, simplemente se mueven las fechas de cumplimiento; dispone también de un sistema de administración del riesgo pero operacionalmente no tiene una efectividad relevante, actualmente se está invirtiendo para contar con un sistema automatizado de información. Para medir su desempeño ambiental cuenta con indicadores</p>

<p>Cuenta con estadísticas sobre seguridad del personal y daños materiales por accidentes e incidentes.</p>	<p>Auditoría Evaluación del impacto Administración tecnológica Planes de respuesta a emergencia.</p> <p>Dentro del Libro Verde se incorpora una matriz de auto evaluación que consta de 15 elementos y 4 niveles, la meta es alcanzar el nivel 4 en todos y cada uno de los elementos.</p>	<p>Tecnología del proceso. Análisis de riesgos. Administración del cambio. Indicadores de desempeño. Auditorías. Planes de respuesta a emergencias. Integridad mecánica. Control y restauración. Utiliza indicadores como: Emisiones al aire. Descargas al agua Generación de residuos peligrosos. Fugas y derrame de hidrocarburos. Cumplimiento con las regulaciones ambientales. Progreso en la implantación de programas. Consumos energéticos. Estadísticas de incidentes y accidentes.</p>	<p>También utiliza como un parámetro del desempeño ambiental la eficiencia energética de sus procesos.</p>	<p>como multas por incumplimiento con la regulación ambiental, el progreso en la implantación de programas y estadísticas sobre la seguridad del personal y daños materiales.</p>
---	--	--	--	---

1.4 Mencione los lineamientos que sigue su organización en materia ambiental, de salud y de seguridad y los criterios ambientales que emplea para la planeación a corto, mediano y largo plazos.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana incorpora en su planeación los siguientes elementos:</p> <p>Prioridad corporativa (Política)</p> <p>Administración integral.</p> <p>Proceso de mejora continua.</p> <p>Educación a empleados.</p> <p>Consejos al consumidor.</p> <p>Investigación.</p> <p>Enfoque precautorio.</p> <p>Plan de emergencia.</p> <p>Transferencia tecnológica.</p> <p>Apertura al diálogo (empleados, público - pláticas sobre riesgos potenciales).</p> <p>Auditorías de cumplimiento.</p>	<p>PEMEX GAS utiliza las normas oficiales mexicanas y las normas internacionales para establecer metas.</p> <p>Practica reuniones corporativas para revisar el cumplimiento de las metas planteadas y se modifican o se generan nuevas.</p> <p>Además cuenta con una política de seguridad, salud y medio ambiente.</p>	<p>PEMEX REFINACION efectúa planeación sexenal y está integrado al proceso de mejora continua a través de ISO 14000 y las auditorías.</p> <p>Como parte del sistema que utilizan SIASPA se incluye la capacitación de los empleados, contratistas y proveedores, y los planes de emergencias, entre otros.</p>	<p>Grupo Girsá cuenta con una política corporativa que impulsa la prevención de la contaminación, una visión compartida por todos los integrantes de la organización, promueve el control de la contaminación ambiental, así como la seguridad e higiene dentro de sus instalaciones.</p> <p>Busca mejorar la calidad sus productos, (menos agresivos a la salud) aún cuando no existan normas para ello.</p>	<p>La prioridad del área ambiental en la empresa G se encuentra en la gerencia media. se cuenta con un proceso de mejora continua y se imparte educación a los empleados como parte del cumplimiento con lo establecido por la Norma ISO-14001, se practica el análisis de productos y servicios, y auditorías de cumplimiento.</p>

13.2.2 Análisis del Ciclo de Vida del producto

2.1 Mencione los criterios que emplea su organización para seleccionar materias primas, procesos de manufactura y transporte.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana busca la elaboración y utilización de productos amigables con el medio ambiente.</p> <p>Investiga y aplica en sus procesos la sustitución de materiales peligrosos, así como la reducción del consumo energético.</p> <p>Con los transportistas establece un contrato que incluye condiciones ambientales.</p>	<p>En PEMEX GAS la materia prima proviene directamente de PEMEX, como único proveedor.</p> <p>En el proceso de manufactura se busca la modernización a través del cambio de las plantas de absorción a plantas criogénicas.</p> <p>El transporte se hace a través de ductos y cuentan con un sistema de control automático que permite detectar fugas y monitorear las condiciones de proceso a nivel nacional.</p>	<p>Para PEMEX REFINACION no hay opciones en cuanto a la selección de materia prima.</p> <p>En los procesos se pretende enviar a reproceso o reciclar los productos fuera de especificación antes que enviar al desfogue.</p> <p>Como criterio definitivo para los procesos se emplea la calidad del producto y se busca minimizar los accidentes por ácido sulfhídrico y controlar la pérdida de ligeros.</p>	<p>Grupo Girsá para la elaboración de sus muy diversos productos hace una selección de materias primas basada en el impacto que éstas provocan al medio ambiente, a la salud de sus trabajadores y al proceso mismo considerando el origen y disponibilidad del recurso, su toxicidad, la calidad del producto final y la sustentabilidad como un criterio esencial para la selección de materiales. Busca también la sustitución de materiales agresivos a la salud.</p>	<p>La empresa G se dedica a la elaboración de productos intermedios, y por el momento no está incluido por completo el análisis de ciclo de vida del producto, sólo se consideran algunos aspectos de manera aislada como son la disponibilidad de materias primas, su toxicidad y degradabilidad, así como su impacto en la calidad del producto final, pero más por razones económicas que por protección ambiental.</p>

2.2 Describa las herramientas con que cuenta su organización para analizar y prevenir los impactos ambientales asociados a sus productos				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana realiza un análisis PHA (Process Hazard Analysis) por proyecto, que incluye: salud, seguridad y medio ambiente.</p>	<p>PEMEX GAS cuenta con: Paquetes de simulación Análisis de riesgo en ductos Registro de accidentes Sistema de prevención de accidentes. Sistema de monitoreo en ambiente laboral.</p>	<p>PEMEX REFINACION cuenta con medidores en línea y con programas de monitoreo (IMP). Además tiene intercambio con la Comunidad Europea para gestión ambiental y monitoreo (Alemania y Francia). Cuenta también con el apoyo de institutos de investigación de la UNAM y el IMP.</p>	<p>Grupo Girsá con el objeto de prevenir los impactos ambientales asociados a sus productos practica el análisis de materias primas y de materiales residuales de los procesos.</p>	<p>En las áreas operacionales la empresa cuenta con personal especializado, y dispone también de infraestructura para pruebas, la empresa es parte de un corporativo y no cuenta con apoyo externo. En el área ambiental, existe una sola persona que domina el campo, el contacto con otras instituciones se da sólo a nivel corporativo.</p>

2.3 Describa los mecanismos y sistemas con los que su organización asegura el destino final de sus productos y cómo garantiza la cooperación de sus clientes.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana elabora productos intermedios que entrega a otras empresas ofreciéndoles asesoría para el manejo seguro de las substancias mediante pláticas a través del servicio técnico a clientes. Entrega a sus clientes una hoja de datos de seguridad de los productos, en ella se mencionan los efectos sobre la salud, las características y propiedades de las sustancias; y proporciona a los transportistas una hoja de emergencia que contiene las instrucciones a seguir en caso de contingencia.</p>	<p>PEMEX GAS practica en las áreas de comercialización reuniones periódicas con sus clientes, busca que el transporte se maneje con seguridad para evitar daños, fortalece su relación con los transportistas. Ofrece capacitación sobre qué hacer en caso de riesgos. Cuenta con los códigos de seguridad de los productos y en el Libro Platino con los de distribución. Trabaja en conjunto con la SENER para verificar las condiciones de seguridad de las plantas de distribución. Cuenta con unidades de verificación certificadas por EMA.</p>	<p>PEMEX REFINACION a través de pláticas y convenios garantiza la cooperación de sus clientes (Franquicias)</p> <p>Difunde las características de sus productos mediante las hojas de datos de seguridad y cuentan con instrucciones de manejo.</p> <p>Como parte de su propio sistema, SIASPA, otorga capacitación.</p>	<p>Grupo Girsra para asegurar el destino final de sus productos establece contratos con sus clientes y en algunas localidades verifica el uso de sus productos con sus clientes.</p>	<p>Se elaboran productos intermedios que se entregan a otras empresas. se capacita al personal que hace la distribución y se cuenta con hojas de datos de seguridad del producto.</p>

2.4 Explique de qué manera considera que su organización contribuye a la prevención de la contaminación.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana verifica en cada una de sus instalaciones el manejo adecuado de las substancias, el uso de los procedimientos y manuales, brinda educación en materia ambiental a sus empleados, y a las familias de los mismos.</p> <p>Se responsabiliza de sus descargas, cuenta con programas para cumplir con las metas anuales de reducción de emisiones, efluentes y residuos.</p> <p>Incorpora aspectos ambientales en el diseño de sus productos.</p> <p>Trabaja conjuntamente con las autoridades ambientales</p>	<p>PEMEX GAS contribuye a la prevención de la contaminación con:</p> <p>Campañas publicitarias Imagen</p> <p>Todas las entidades de PEMEX GAS están certificadas como industria limpia.</p>	<p>PEMEX REFINACIÓN considera que contribuye a la prevención de la contaminación mediante:</p> <p>El uso racional de la energía.</p> <p>El manejo adecuado de las substancias dentro de sus instalaciones.</p> <p>Trabajando conjuntamente con las autoridades.</p> <p>Minimizando las cantidades de emisiones, efluentes y residuos.</p> <p>A través de campañas publicitarias.</p> <p>Las refinерías cuentan con Certificado de Industria Limpia y con la certificación ISO 14000.</p>	<p>Grupo Girsá contribuye a la prevención de la contaminación a través de la mejora en sus productos, sustituyendo por ejemplo, adhesivos base solvente por base agua; contribuyendo así en la reducción de emisiones a la atmósfera, además de implementar medidas de reducción de emisiones.</p> <p>Practica también auditorías CASH a proyectos e incorpora aspectos ambientales en el diseño de nuevos productos.</p> <p>Optimiza sus procesos buscando mejorar su eficiencia energética.</p>	<p>La empresa G considera que contribuye a la prevención de la contaminación al capacitar a su personal, al optimizar sus procesos de manufactura y manejando adecuadamente las substancias en el interior de sus instalaciones y aunque no con la eficiencia requerida, cuenta con programas para cumplir con las metas anuales de reducción de emisiones, efluentes y residuos.</p>

2.5 Mencione los criterios ambientales y estrategias de diseño que utiliza en la creación de nuevos productos y describa de qué forma incorpora el concepto de Desarrollo Sustentable.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana busca el aprovechamiento óptimo de la energía.</p> <p>La selección y utilización de sustancias que representen:</p> <p>Un menor impacto al medio ambiente.</p> <p>Un menor riesgo a la salud y seguridad</p> <p>Minimizar la generación de desechos.</p> <p>Cumplir requerimientos ambientales.</p>	<p>PEMEX GAS busca optimizar el aprovechamiento de la materia prima.</p> <p>En cuanto a la calidad del producto supera las Normas Oficiales Mexicanas.</p> <p>Da un mejor ingreso a la tesorería (produce mejores utilidades).</p>	<p>PEMEX REFINACION busca el mejor aprovechamiento de los recursos naturales orientados por ejemplo al fondo de barril (máxima producción de destilados y mínima generación de residuos por barril de crudo procesado).</p> <p>Minimizando los riesgos a la salud y seguridad.</p> <p>Optimizando el consumo de energía.</p> <p>Reduciendo la generación de desechos, los reprocesos y desfogues.</p> <p>Haciendo mejoras al proceso y desarrollando buenas prácticas de ingeniería.</p>	<p>Grupo Girsra incorpora el concepto de desarrollo sustentable en la creación de nuevos productos a través de los siguientes lineamientos:</p> <p>Monitoreo del entorno (tendencias legales)</p> <p>Selección de materias primas de bajo riesgo.</p> <p>Análisis de los elementos de diferenciación del producto para favorecer aquellos de menor riesgo al ambiente y al personal.</p> <p>Ecoeficiencia en el uso de recursos (materiales, humanos y financieros) en el diseño del proceso.</p>	<p>En la compañía G aún no se ha considerado el desarrollo sustentable en su operación, sólo se consideran algunos aspectos de manera aislada y con resultados operativos que aún no tienen el efecto esperado, como son el minimizar riesgos a la salud y seguridad, consumo de energía, generación de desechos, integrando el tratamiento de efluentes (parcial), considerando los requerimientos ambientales.</p>

13.2.3 Vínculo entre la Administración de Calidad Total y la Prevención de la Contaminación

3.1 Mencione los elementos que conforman el sistema de calidad en su organización y cuál de ellos considera la prevención de la contaminación.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana cuenta con un sistema de calidad y de administración ambiental basado en la serie de normas ISO y considera lo siguiente:</p> <p>Reconoce el compromiso de la alta dirección.</p> <p>Planea, organiza, dirige, controla y da seguimiento a los programas establecidos para el cumplimiento de metas y objetivos, a través de monitoreo retroalimenta al sistema.</p> <p>Brinda educación y entrenamiento, fomenta el trabajo en equipo.</p>	<p>PEMEX GAS ha implantado el Programa de Salud, Seguridad y Protección Ambiental (PROSSPA), el cual está constituido por una serie de libros de diferentes colores; el Libro Verde contiene el sistema de administración ambiental y posee una matriz de auto evaluación que permite ubicar el desempeño de cada uno de sus elementos.</p>	<p>PEMEX REFINACION desde la misión y la visión. reconoce el compromiso de la alta dirección en la prevención de la contaminación.</p> <p>Reconoce también la importancia de la sensibilización del personal para obtener un cambio de cultura, ya que actualmente se ve sólo como una carga de trabajo más que complica las actividades.</p>	<p>En Grupo Girsá, dichos elementos están considerados en el sistema SAI-CASH, en la sección 5.0.</p>	<p>La organización G cuenta con un sistema de calidad y de administración ambiental basado en la serie de normas ISO y considera lo siguiente: Reconoce el compromiso de la alta dirección, planea, organiza y dirige los programas establecidos para el cumplimiento de metas y objetivos. operativamente el control sobre ellos es deficiente y hace falta reforzar el trabajo en equipo para mejorar sus resultados.</p>

3.2 Mencione y describa brevemente las herramientas y técnicas utilizadas en su organización para soportar y desarrollar el proceso de mejora continua, para lograr la participación de sus colaboradores (empleados, proveedores y clientes) y para promover el cambio de cultura organizacional				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana cuenta con un manual de procedimientos que integra tanto calidad como prevención de la contaminación: Metas de mejora anual, monitoreo sobre el cumplimiento de los programas, misión y visión compartidas.</p> <p>Planes y programas de capacitación del personal.</p> <p>Estructura organizacional (haciendo responsables a los empleados).</p> <p>Reconocimiento al mérito del personal. Mecanismo de evaluación de resultados. Planes de acción.</p>	<p>PEMEX GAS busca la mejora continua a través de: La ejecución de acciones previas, elaboración de planes de acción, planteamiento de metas y objetivos y seguimiento de las mismas, con evaluación propia y por terceros, evaluación de indicadores de desempeño para aire, agua, suelo, comunidad, residuos, reforestación, redes, gestión, etc. Para consolidar la cultura en seguridad, salud y protección ambiental hacia un crecimiento sustentable y una excelencia operativa tiene como propósito implantar las mejores prácticas de la excelencia con Uptime clase mundial "La meta es cero emisiones" con PROSPA.</p>	<p>PEMEX REFINACION cuenta con una misión y visión compartidas, y tiene planes y programas de capacitación personal.</p> <p>La estructura organizacional actual no reconoce responsabilidad para todos los empleados.</p> <p>Por cumplimiento con las normas involucra a clientes y proveedores.</p> <p>Cuenta con planes de acción.</p> <p>Se otorga el premio de energía a las mejores refinerías, terminales y ductos.</p>	<p>Grupo Girsra soporta el proceso de mejora continua desde la misión y la visión de la organización y a través del sistema de administración integral, mismo que sigue el círculo de Deming de "Planear-hacer-verificar-actuar (corregir)".</p> <p>Cuenta además con procesos administrativos en los que se especifican responsabilidades, insumos, controles, y líneas de comunicación tanto interna como externa.</p>	<p>La empresa G tiene sus sistemas de administración certificados y basados en las normas ISO. por lo que es necesario cumplir con el proceso de mejora continua para mantener la certificación; además establece su compromiso desde la misión y visión, mismas que se han difundido en la empresa y cuenta con planes y programas de capacitación del personal.</p>

3.3 Mencione los indicadores o parámetros que utiliza su organización para medir su desempeño en calidad y en qué forma participa la Prevención de la Contaminación.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese mexicana realiza:</p> <p>Juntas de revisión semestral para detectar desviaciones con respecto a las auditorías.</p> <p>Planes de mejora.</p> <p>Evaluación de la productividad vinculada a la protección del medio ambiente.</p> <p>Ahorro (costo de materiales y servicios).</p>	<p>PEMEX GAS utiliza como un indicador el contenido de azufre en sus productos, ya que con ello puede reducir las emisiones de óxidos de azufre a la atmósfera.</p> <p>Para ver el impacto de las emisiones: se plantea el mercado de bonos de carbono. Impacto en la reducción o inversión y se han obtenido factores críticos de éxito, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Trabajo en equipo Creación de redes Metas claras y simples Reconocimiento y estímulo Valores de negocio Liderazgo continuo Compromiso de la gerencia 	<p>PEMEX REFINACIÓN ha utilizado las estadísticas de calidad de sus productos para medir su desempeño en calidad.</p> <p>Ha eliminado el plomo y disminuido la cantidad de azufre en sus gasolinas, y con ello las emisiones al aire.</p>	<p>Grupo Girsra practica las auditorías CASH para detectar las áreas de mejora, monitorea y analiza las emisiones a la atmósfera como un indicador de su desempeño ambiental y considera también como parte del mismo las multas o sanciones a las que se hace acreedor.</p> <p>Considera también la eficiencia energética como un parámetro para medir su desempeño.</p>	<p>Utiliza como un indicador de calidad el mantener a sus clientes y sus ventas, pero entre ellos no considera la prevención de la contaminación ambiental, otro de sus indicadores es el resultado de las auditorías externas.</p>

3.4 Mencione y describa los beneficios que ha obtenido su organización al integrar ambos conceptos Calidad Total y Prevención de la Contaminación.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana obtuvo en 1998 el primer Premio al Mérito Ecológico otorgado por SEMARNAT.</p> <p>Gran disciplina para la gente, ya que ahora el personal cuenta con el hábito del reporte y la documentación.</p> <p>Minimizar costos al recuperar materiales.</p> <p>Integración de sus colaboradores.</p>	<p>PEMEX GAS reconoce que el sistema de calidad da un soporte documental organizado que permite tener el sistema de administración ambiental ordenado y unido a través de ISO 14000.</p> <p>Mejor relación con la comunidad, con menos problemas y diferenciando las subsidiarias.</p> <p>Han notado la diferencia, ya que ahora tienen más orden, limpieza, señalizaciones y un mejor comportamiento de los trabajadores.</p>	<p>PEMEX REFINACION obtuvo como beneficios los siguientes:</p> <p>Mejor imagen</p> <p>Aceptación de la comunidad</p> <p>Visitas a las instalaciones por gente de la comunidad</p> <p>Reducción de gastos</p> <p>Plantas más seguras</p> <p>Mejor rentabilidad</p> <p>Evitar multas por incumplimiento ambiental.</p>	<p>Grupo Girsra reconoce que uno de los beneficios que ha obtenido al integrar calidad y prevención de la contaminación es la sinergia que se da al integrar los dos sistemas, la cual permite la reducción de esfuerzos y evita la duplicidad de acciones en uno y otro.</p>	<p>La compañía G tiene ambos sistemas, pero no se encuentran integrados.</p>

3.5 Describa cuál ha sido su experiencia al integrar el proceso de Prevención de la Contaminación en la estructura desarrollada para el proceso de Administración de la Calidad Total (involucramiento del personal, resistencia, lucha entre áreas funcionales, etc.)				
A	B	C	D	G
<p>En Celanese Mexicana se ha tenido una experiencia muy positiva que se traduce en reducción de costos, capacitación del personal y un mejor desempeño anual.</p>	<p>En PEMEX GAS se dice que al integrar el proceso de Prevención de la Contaminación en la estructura de Administración de la Calidad simplifica el aspecto administrativo en prevención de la contaminación, se tiene orden en el control y seguimiento de las acciones</p> <p>Facilita el soporte del PROSSPA</p> <p>Mejora la imagen</p> <p>Ayuda en el cambio de cultura en prevención de la contaminación y unifica esfuerzos.</p>	<p>En PEMEX REFINACION se tiene una resistencia del personal, si colabora, pero con cierta renuencia; quizás por la pronta implantación y sin sensibilización previa, se piensa que el proceso fue muy ambicioso para hacerlo en poco tiempo. Además de que no se cuenta con la estructura ni con los recursos adecuados, gente insuficiente para ello, se complica la implantación de ISO 14000 con SIASPA, se cree que se trabaja por modas, por mandato u obligatoriedad, al trabajador de piso le llega muy diluida la responsabilidad.</p>	<p>Grupo Girsra ha logrado a través de la integración de ambos conceptos llevar a cabo la función de CASH de forma sistemática y a lo largo de la cadena de valor.</p>	<p>La empresa G cuenta con ambos sistemas, pero no se encuentran integrados.</p>

13.2.4 Uso de Tecnologías Limpias

4.1 Mencione las áreas o departamentos en los que se han hecho esfuerzos para prevenir la contaminación y en qué forma participan.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana contempla la prevención de la contaminación en las siguientes áreas o etapas:</p> <p>Desarrollo y diseño del producto</p> <p>Diseño de reactores</p> <p>Tecnología de procesos</p> <p>Simulación del proceso</p> <p>Mejores prácticas operativas</p> <p>Química del proceso</p> <p>Operaciones en el laboratorio</p> <p>Operación en mantenimiento</p> <p>Operaciones en oficinas</p> <p>Administración del agua y de materiales.</p>	<p>PEMEX GAS incluye la siguiente frase en todos sus oficios y es parte de su política.</p> <p>“La protección del ambiente es responsabilidad de todos los trabajadores y es condición de empleo.”</p> <p>De esta manera todas sus áreas se ven involucradas :</p> <p>Instrumentación y control, producción, mantenimiento, laboratorios y control de calidad, etc. y se extiende a todos y cada uno de los centros de trabajo que integran PEMEX GAS.</p>	<p>En PEMEX REFINACION todas las áreas están involucradas en la prevención de la contaminación de acuerdo con el cumplimiento con ISO 14000, en el área de capacitación se inicia con un enfoque de sensibilización y de conservación de la energía.</p> <p>El área de ventas promueve la producción y el uso de combustibles más limpios</p> <p>Además se ofrece capacitación sobre el uso de sustancias peligrosas a usuarios y trabajadores.</p>	<p>Grupo Girsá con el objeto de prevenir la contaminación ha integrado la participación de las áreas de producción, ingeniería, proceso, servicios, mantenimiento y proyectos.</p> <p>La participación de las diferentes áreas se logra a través de proyectos de mejora y comités de ahorro, en los que se proponen acciones de minimización, con grupos multidisciplinarios.</p>	<p>La compañía G ha realizado esfuerzos en la prevención de la contaminación en las siguientes áreas, principalmente enfocadas al ahorro de recursos, desarrollo y diseño del proceso, control de proceso, instrumentación, operaciones en el laboratorio y mantenimiento.</p> <p>operaciones en oficinas, administración del agua y materiales.</p>

4.2 Mencione y describa las herramientas y sistemas con que cuenta su organización para lograr una efectiva prevención de la contaminación. Proporcione ejemplos concretos en cada uno de los departamentos donde se aplica la Prevención de la Contaminación.				
A	B	C	D	G
<p>En Celanese Mexicana se hace el monitoreo y detección de necesidades de capacitación, para planeación y programación de entrenamiento a todos los niveles jerárquicos.</p> <p>Se cuenta con procedimientos y mejores prácticas operativas.</p> <p>Se elaboran programas de mantenimiento predictivo y preventivo.</p> <p>Se hace un análisis del diseño de los procesos.</p>	<p>En PEMEX GAS se cuenta con programas de entrenamiento a todos los niveles jerárquicos, se elaboran procedimientos operativos y se implementan mejores prácticas operativas como parte del PROSSPA y del compromiso de mejora continua a través de ISO 14000.</p> <p>Se cuenta también con programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, apoyándose en el sistema Uptime enfocado a evitar el mantenimiento correctivo.</p> <p>Se hace planeación y programación de la producción y se practica la supervisión.</p>	<p>PEMEX REFINACIÓN hace uso de simuladores para incorporar cambios o desde el diseño el cumplimiento con las normas y regulaciones ambientales.</p> <p>Realiza auditorías energéticas y ambientales.</p> <p>Realiza el monitoreo de suelos.</p> <p>A través del SIASPA institucional se elaboran: Procedimientos operativos, Se reúnen, comentan y distribuyen prácticas operativas y se establecen programas de supervisión.</p>	<p>Grupo Girsá para lograr una efectiva prevención de la contaminación cuenta con las siguientes herramientas:</p> <p>Sistema SAI-CASH, SED-CASH, R.I.</p> <p>En el área de proceso reduce las emisiones, reformula productos, reusa el agua de lavado y aprovecha corrientes de gas residual mejorando la eficiencia de los procesos.</p> <p>En nuevos proyectos incluye tanto criterios como normas ambientales.</p>	<p>La empresa G cuenta con un programa de capacitación a todos los niveles jerárquicos, y con procedimientos operativos y programas de mantenimiento preventivo que actualmente tienen deficiencias operativas, pero que con el tiempo mejorarán. Además se hace planeación y programación de la producción por pedido con la finalidad de evitar el desperdicio de materiales.</p>

4.3 Cite qué modificaciones, cambios o nuevas tecnologías se han integrado en sus diferentes departamentos para abatir la contaminación. Mencione los casos más relevantes				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana busca que el aprovechamiento del agua y la energía sea el óptimo, el uso de mejores catalizadores, y de cromatógrafos de múltiple inyección para minimizar el tamaño de las muestras. Las bombas cuentan con lubricación por niebla. Se tienen sistemas de control distribuido, no sólo en el proceso sino en servicios auxiliares. Se hace la simulación de procesos y operación en planta piloto, se pretende llegar al control inteligente de procesos. Se clasifica y se dispone la basura por tipo.</p>	<p>En PEMEX GAS se han substituido las plantas de absorción por criogénicas para minimizar la generación de residuos.</p> <p>Se cuenta con drenajes separados, plantas de tratamiento de aguas negras y se busca eliminar dispendios de agua de lavado.</p> <p>Se busca también reducir en la fuente la generación de residuos tóxicos y reciclar al máximo.</p> <p>Se ha implantado un programa integral de manejo y disposición final de residuos.</p>	<p>PEMEX REFINACION ha implantado como medidas de prevención de la contaminación el muestreo de emisiones dentro y fuera de los centros de trabajo.</p> <p>Se utilizan materiales y detergentes biodegradables.</p> <p>Se practica el reuso de agua y papel.</p> <p>Se cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, y plantas hidrodesulfuradoras de diesel.</p> <p>Instalación de techos flotantes en tanques para evitar emisiones.</p>	<p>Grupo Girsra para abatir la contaminación ha implementado los siguientes cambios en sus procesos:</p> <p>Reducción en el consumo de agua vía reuso o reciclo.</p> <p>Reducción en la contaminación del agua vía cambio o sustitución de materias primas.</p> <p>Aumento en la eficiencia de los procesos.</p> <p>Captura y comercialización del CO₂</p>	<p>Se ha logrado la instrumentación de la empresa en un 75%, pretende llegar a la automatización. Se han implantado medidas de prevención de accidentes y se ha buscado utilizar materias primas reciclables y las aguas residuales reciben un tratamiento secundario antes de descargar al alcantarillado.</p>

4.4 Describa brevemente la metodología o análisis que efectúa para detectar áreas de oportunidad tendientes a disminuir la contaminación				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana para detectar áreas de oportunidad y para reducir la contaminación, hace lo siguiente:</p> <p>Análisis de la química del proceso.</p> <p>Análisis de equipos de proceso e infraestructura.</p> <p>Análisis del manejo y control de inventarios, materias primas y productos.</p> <p>Análisis de operación y mantenimiento del proceso.</p> <p>Análisis del control del proceso. Análisis de riesgo y operabilidad de la planta.</p> <p>Simulación de procesos.</p> <p>Operación en planta piloto.</p>	<p>PEMEX GAS cuenta con un sistema de administración de seguridad en los procesos e incluye aspectos ambientales basado en el Libro Azul.</p> <p>Se practican auditorías, se hace control y seguimiento de programas, análisis de riesgo y administración del cambio en materia de riesgo e impacto ambiental.</p>	<p>PEMEX REFINACION aprovecha las auditorías internas y de tercera parte para detectar áreas de oportunidad para disminuir la contaminación observando el cumplimiento con la normatividad.</p> <p>Se realizan análisis de riesgo antes y después de la construcción de las plantas.</p> <p>Se revisan los cambios y analizan desde los puntos de vista de riesgo e impacto ambiental.</p>	<p>Grupo Girsá para detectar las áreas de oportunidad tendientes a disminuir la contaminación hace análisis de inventario y cuantificación de pérdidas</p> <p>Cuenta con grupos interdisciplinarios que proponen mejoras, mismas que antes de ser implementadas deben ser estudiadas y aprobadas.</p> <p>Además de lo anterior, se practican auditorías CASH.</p>	<p>Para detectar áreas de oportunidad y para reducir la contaminación, se hace lo siguiente:</p> <p>Análisis de equipos de proceso e infraestructura, manejo y control de inventarios, materias primas y productos, operación y mantenimiento del proceso, análisis de riesgo y operabilidad de la planta.</p>

4.5 Mencione los beneficios técnicos, económicos o de imagen que ha obtenido al incorporar la Prevención de la Contaminación en su organización.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana reconoce los siguientes beneficios:</p> <p>Participación en el mercado internacional.</p> <p>Reducción de accidentes.</p> <p>Participación de todos y cada uno de las personas que laboran para la compañía.</p> <p>Sobre todo reconoce que ha logrado la reducción de costos.</p>	<p>PEMEX GAS asegura que entre los beneficios que ha obtenido se encuentra una mejor imagen ante la comunidad, menor riesgo en la operación, menor pago a aseguradoras, abatimiento de los índices contaminantes, mejor ambiente de trabajo y beneficios en general para los trabajadores.</p>	<p>PEMEX REFINACIÓN reconoce como beneficios los siguientes:</p> <p>Mejor impacto ante la sociedad.</p> <p>La gente visita los centros de trabajo para ver que son seguros</p> <p>Campañas de difusión.</p> <p>Reconoce también que aún no se tiene un índice económico.</p>	<p>Grupo Girsra menciona como beneficios los siguientes:</p> <p>Reducción en el pago de derechos.</p> <p>Mejor imagen ante las autoridades y la comunidad.</p> <p>Ahorro en el uso de materiales (mayor producción con pérdidas menores).</p> <p>Certificación como "Industria limpia".</p> <p>Eliminación de multas o sanciones.</p>	<p>La compañía G no ha identificado los beneficios que se obtienen de la prevención de la contaminación, sólo se ve como cumplimiento normativo en el mejor de los casos y como tendencias tecnológicas del corporativo al que pertenece, y sólo se reconoce el beneficio económico al evitar multas ambientales.</p>

13.2.5 Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental

5.1 Considera usted que a los consumidores de sus productos, además de los factores de precio, desempeño y marca comercial les interesa el factor de impacto ambiental				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana reconoce que en el mercado nacional no se considera el impacto ambiental asociado, ya que los productos que genera son "commodities" y su venta está determinada por la cantidad, calidad y precio; pero en el mercado internacional sí se considera y para Celanese es importante ya que el 60% de su producción es para exportación.</p>	<p>PEMEX GAS considera que cada vez cobra mayor importancia el impacto ambiental asociado a los productos y reconoce que los productos que comercializa son considerados como los energéticos más limpios, es decir que provocan un menor impacto al medio ambiente.</p>	<p>PEMEX REFINACION tiene entre sus clientes a los armadores de autos, quienes cada vez requieren gasolinas más limpias, con menor cantidad de azufre.</p> <p>Por ello considera que aunque actualmente no tiene competencia nacional, el impacto ambiental asociado al producto no sólo será importante, sino también un factor de competitividad hacia el futuro.</p>	<p>Grupo Girsá reconoce que en nuestro país el impacto ambiental de los productos todavía no es un factor que le interese al consumidor. Sin embargo, preocupado por aspectos como el cuidado del medio ambiente, la seguridad y la salud busca elaborar y / o innovar productos de bajo impacto.</p>	<p>Sí a medias, la empresa G elabora productos intermedios y opina que en el mercado nacional no se considera el impacto ambiental y su venta está determinada por la cantidad, calidad y precio.</p>

5.2 Mencione y describa las características ambientales que hacen competitivos a sus productos en el mercado y cómo se asegura de incorporar las expectativas ambientales de sus clientes potenciales.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana elabora productos que son intermedios y "commodities". por lo que reconoce que lo que hace competitivos a sus productos son la calidad y el precio. Sin embargo, si desarrollan una labor preventiva, que consiste en educar a sus clientes sobre los riesgos asociados a sus productos.</p>	<p>PEMEX GAS genera productos de bajo impacto al medio ambiente y bajas emisiones. ha logrado cada vez la elaboración de productos más limpios a través del compromiso que reconoce con el medio ambiente, pero no tiene ningún competidor a nivel nacional, por lo que tiene un mercado cautivo 100%.</p>	<p>PEMEX REFINACION no tiene competencia local por lo que la calidad externa es la que ha impulsado la mejora en gasolinas; en cuanto a lubricantes PEMEX ya no los genera, sólo produce las bases para que otros elaboren productos finales.</p> <p>Las características que hacen competitivo al producto son: el octanaje, el contenido de azufre, aromáticos, olefinas y la eliminación de plomo en las gasolinas.</p>	<p>Grupo Girsra menciona que sólo cambiando la percepción del consumidor sería posible que las características ambientales de sus productos se convirtieran en una ventaja competitiva para el grupo.</p>	<p>La compañía G elabora productos intermedios, analiza y modifica sus procesos en función de las sugerencias o requerimientos de sus clientes potenciales, siempre y cuando sean tanto técnica como económicamente posibles.</p>

5.3 Explique cómo informa a los consumidores sobre las características o beneficios ambientales que se obtienen al preferir sus productos sobre los de la competencia.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana participa en un mercado de "commodities".</p> <p>Busca que sus productos cumplan con las normas de calidad y que sean transportados y entregados a sus clientes de forma segura, para ello incluye aspectos ambientales y de seguridad en sus contratos con los transportistas.</p>	<p>PEMEX GAS no tiene competidores. informa sobre la calidad de sus productos a través de spots, páginas Web, intranet, documentales e información en medios masivos de comunicación.</p>	<p>PEMEX REFINACION no tiene competencia, informa haciendo uso de publicidad constante a través de medios masivos de comunicación.</p>	<p>Grupo Girsá señala a través de la etiqueta del producto los beneficios al consumidor y al medio ambiente que poseen sus productos.</p>	<p>La empresa G publica información referente a la calidad y características de sus productos en boletines técnicos y en el sitio de Internet del corporativo al que pertenece.</p>

5.4 Cite las características ecológicas que se incluyen en el etiquetado de sus productos y mencione las razones que lo justifican.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana elabora productos intermedios que no se etiquetan.</p> <p>En el transporte se incluye información sobre las características y precauciones que deben tenerse en el manejo de los materiales en materia de seguridad y salud, ésta información cumple con las normas establecidas y convenios particulares con la STPS.</p>	<p>PEMEX GAS genera productos bien caracterizados, cuyas propiedades y características se encuentran en las hojas de seguridad de los mismos, en ellas se incluyen también las condiciones de almacenamiento, los riesgos a la salud y qué hacer en caso de fuga o derrame de los productos.</p>	<p>PEMEX REFINACION cuenta con las hojas de datos de seguridad de sus productos y en ellas se incluyen sus propiedades y características.</p> <p>Como información adicional se incluye la emisión de contaminantes asociados al producto.</p>	<p>En Grupo Girsra se elaboran productos muy distintos: adhesivos, impermeabilizantes, hule polimerizado, negro de humo, etc. y cada uno de ellos cuenta con propiedades y características específicas, entre ellas, las de carácter ambiental y pueden, por ejemplo, caracterizarse por ser productos que no dañan la capa de ozono.</p>	<p>La compañía G elabora productos intermedios que no se etiquetan, sólo se entrega la hoja de datos de seguridad del producto al transportista.</p>

5.5 Mencione las herramientas o sistemas que utiliza su organización para conocer su posición e imagen ecológica y la de sus competidores en el mercado.				
A	B	C	D	G
<p>Para conocer su posicionamiento e imagen ecológica, Celanese Mexicana revisa el Informe de desempeño anual de EHS (Salud, seguridad y medio ambiente) que elabora ANIQ.</p>	<p>Para PEMEX GAS, no hay competencia.</p> <p>Comparte la misma imagen ecológica.</p> <p>Sus productos tienen un valor agregado para utilizarse en plantas de ciclo combinado en termoeléctricas, presentan una demanda creciente en el área de energía eléctrica, abren mercado como combustible para automóviles y se consideran como el energético puente entre la gasolina y el hidrógeno.</p>	<p>Para PEMEX REFINACIÓN no hay competencia nacional, pero sí internacional.</p> <p>La calidad externa influye para mejorar la tecnología, la calidad sobre el producto, así como energética y ecológicamente.</p>	<p>Grupo Girsra actualmente no cuenta con un sistema formal para conocer su posición ecológica, aún cuando la protección del medio ambiente, la seguridad y la salud son importantes para todas las empresas que conforman el grupo y como ejemplo de ello, algunas plantas se han hecho acreedoras a premios nacionales e internacionales como el de Excelencia y en premios nacionales el primer lugar de Ahorro de Energía, de Calidad, al Mérito Ecológico y certificaciones ISO 9002 e ISO 14001.</p>	<p>Para conocer su posicionamiento e imagen ecológica, se revisa el informe de desempeño anual de ANIQ.</p>

5.6 Mencione las herramientas que utiliza en su organización para crear y difundir efectivamente una cultura ecológica tanto dentro de su organización como fuera de la misma.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana ofrece pláticas en las plantas de proceso en materia de prevención de la contaminación y seguridad. Elabora programas de reforestación e integra la participación de los familiares de sus empleados.</p>	<p>PEMEX GAS utiliza el sistema de calidad, involucrando a los trabajadores, capacitándolos y haciendo que ellos mismos difundan en el exterior una cultura ecológica y de seguridad, reconociendo el esfuerzo por centros de trabajo, creando compromiso e integrando a sus clientes y proveedores.</p>	<p>PEMEX REFINACION utiliza internamente el SIASPA y externamente, mediante los medios masivos y pláticas con pobladores cercanos a los centros de trabajo.</p> <p>Involucra al personal y lo capacita.</p>	<p>Grupo Girsá cuenta con herramientas y procesos de comunicación interna y externa y proporciona capacitación de acuerdo con su sistema interno de gestión ambiental, seguridad e higiene.</p>	<p>Hasta el momento la empresa G sólo se ha preocupado por difundir una efectiva cultura ecológica dentro de su organización y para ello ha capacitado e involucrado a su personal, fuera de su organización ha comenzado a trabajar con sus clientes y proveedores, pero aún no se tienen resultados representativos.</p>

5.7 Explique de qué manera considera el Desarrollo Sustentable en la mercadotecnia de su producto.				
A	B	C	D	G
Celanese Mexicana hasta el momento no ha explotado sus esfuerzos en cuanto a desarrollo sustentable a nivel de mercado.	<p>PEMEX GAS recomienda el uso de producto con menor impacto ambiental.</p> <p>El aprovechamiento óptimo de los recursos energéticos.</p>	PEMEX REFINACION ha contribuido al eliminar el tetraetilo de plomo de las gasolinas, realiza proyectos de integración térmica y optimización energética, proporciona fondos para mejorar y renovar áreas de reserva.	Grupo Girsá no cuenta aún con una estrategia mercadotécnica para explotar sus esfuerzos aún cuando ha implementado una serie de estrategias por contribuir hacia un desarrollo sustentable.	La empresa G no ha considerado el desarrollo sustentable a nivel de mercado. internamente sólo ha realizado algunas acciones encaminadas al desarrollo sustentable, pero no lo ha incorporado como tal a su organización.

13.2.6 Innovación Tecnológica y Empresarial

6.1 Describa si su organización cuenta con el ambiente y cultura organizacional adecuados para impulsar la Innovación.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana logró la implantación de programas, metas y la concienciación del personal, pero no se tiene una cultura muy arraigada, aunque se tiene una visión compartida y busca continuamente la aportación de ideas en congresos.</p> <p>Se premia la innovación a través de un sistema interno de reconocimiento.</p>	<p>PEMEX GAS cuenta con una visión compartida y con objetivos generales.</p> <p>Se promueve la generación de ideas aunque en éste momento esto no se da en todos los niveles.</p> <p>La alta dirección impulsa la innovación a nivel corporativo, se ha creado una nueva dirección y con ella oportunidades de mejora.</p>	<p>PEMEX REFINACION cuenta con una visión compartida, se conocen los objetivos y son impulsados por la alta dirección.</p> <p>Cuenta con un programa de mejora de desempeño operativo (MDO), en todos los centros de trabajo.</p> <p>Se promueve la generación de ideas y éstas se canalizan a las áreas correspondientes</p>	<p>Para Grupo Girsá el incorporar la innovación en los procesos técnicos y administrativos, así como en los productos constituye una ventaja competitiva que permite crear una visión empresarial a largo plazo y constituye la plataforma sobre la cual es posible desarrollar los pilares básicos del desarrollo sustentable. Por ello, en Grupo Girsá se ha formado un comité de innovación</p>	<p>La empresa G cuenta con una misión y una visión compartidas a lo largo de la organización y el personal ha recibido capacitación en materia de prevención de la contaminación; sin embargo, no se ha planteado la innovación como un proceso formal.</p>

6.2 Mencione y describa los elementos que sustentan el proceso de Innovación en su organización, cuáles son sus características y los niveles en los que impacta.				
A	B	C	D	G
En Celanese Mexicana no se cuenta con un proceso de innovación formal.	<p>En PEMEX GAS se da un proceso de innovación, aunque no es formal y no está estructurado.</p> <p>Se promueve la generación de ideas, el área comercial apoyada en investigación y desarrollo genera los prototipos, los directores y gerentes de área hacen la evaluación basándose en la agregación o creación de valor y posteriormente se hace el desarrollo del proceso y la comercialización.</p>	<p>En PEMEX REFINACION no se tiene identificado un proceso de innovación formal; sin embargo:</p> <p>Se promueve la generación de ideas, la evaluación de éstas para convertirse en proyectos en caso de que se agregue o creé valor, posteriormente se desarrolla y finalmente se comercializa, cabe señalar que la creación de prototipos se hace por terceros, ya sea por el IMP o por alguna otra institución.</p>	<p>Grupo Girsá está implantando un sistema de innovación que cubre las distintas etapas de cada uno de sus negocios, como son:</p> <p>Tecnología, producto, manufactura, mercado y servicio.</p>	No se cuenta con un proceso de innovación formal.

6.3 Describa el mecanismo de identificación de fortalezas y áreas de oportunidad dirigidas a la Innovación, en qué forma las canaliza y les da seguimiento.				
A	B	C	D	G
<p>En Celanese Mexicana no se cuenta aún con un mecanismo formal de identificación de fortalezas y debilidades, aunque se realizan revisiones detalladas del proceso de manufactura, análisis de utilización y costos de materias primas y generación de residuos. Se determinan por áreas las oportunidades de prevención de la contaminación y la implementación de planes de acción y evaluación de beneficios.</p>	<p>PEMEX GAS a través del sistema Uptime hace revisiones detalladas del proceso de manufactura, con ello detecta áreas de oportunidad dirigidas a la innovación del proceso y a través de ISO 14000 se hace un proceso periódico de identificación de oportunidades potenciales para prevención de la contaminación, se implementan planes de acción para las oportunidades identificadas previamente evaluadas y finalmente se evalúan los beneficios.</p>	<p>PEMEX REFINACIÓN identifica fortalezas y áreas de oportunidad a través del uso de simuladores. revisiones detalladas del proceso, auditorías energéticas y ambientales.</p> <p>Identifica oportunidades para minimizar la generación de residuos.</p> <p>Asigna prioridades en las ideas e Implementa de planes de acción.</p> <p>Realiza consultas a expertos IMP y otras instituciones.</p>	<p>Grupo Girsá considera la innovación como parte fundamental en su desempeño y en la generación de riqueza y creación de valor y como resultado dos de las empresas que forman parte del grupo: El Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CID) y Dynasol Elastómeros, resultaron ganadoras del Premio Nacional de Tecnología 2001, en las categorías "Organización Grande de Servicios" y "Organización Mediana Industrial", respectivamente.</p>	<p>No se dispone aún de un mecanismo formal de identificación de fortalezas y debilidades, pero se realizan revisiones del proceso de manufactura. Se determinan por áreas las oportunidades de prevención de la contaminación y la implementación de planes de acción; desafortunadamente, no ha sido posible cumplir con las fechas establecidas.</p>

6.4 Explique qué papel juega la innovación en la vida presente y futura de su organización, ligada a la Prevención de la Contaminación.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana busca a través de la innovación permanecer en el mercado con ventajas competitivas y proyectar una imagen positiva de la empresa.</p> <p>“Si no nos actualizamos con tecnologías novedosas nos vamos a morir”</p>	<p>Para PEMEX GAS la innovación tiene por objeto crear valor, afianzar sus plataformas tecnológicas, contar con ventajas competitivas y proporcionar beneficios ambientales.</p> <p>Reconoce que la innovación no es actualmente un proceso permanente en su organización y que sus productos no requieren mucho de la innovación ya que supera las normas de calidad actuales, pero sí es necesaria administrativa y operativamente.</p>	<p>PEMEX REFINACION reconoce que aún cuando en este momento tiene el monopolio del mercado nacional, sólo innovando tanto operativa como administrativamente se podrá alcanzar los estándares de la competencia internacional, de lo contrario se enfrentará en un futuro cercano el desplazamiento del mercado. La innovación les permite afianzar plataformas tecnológicas, obtener una mejor imagen y proporciona beneficios ambientales cuantificables como la reducción de contaminantes</p>	<p>Para Grupo Girsra la innovación constituye una ventaja competitiva cuya intención es generar riqueza o crear valor, esto vinculado al propósito esencial de la empresa (su razón de ser) y al desarrollo sustentable.</p> <p>La inversión que se realiza en productos y servicios que se enfocan a tecnologías y sistemas que usan los recursos (financieros, naturales y sociales) de manera efectiva y económica con visión de largo plazo conforman hoy la vida futura del Grupo.</p>	<p>No se ha considerado a la innovación en la vida presente de la empresa como un proceso que aporte beneficios, pero en la vida futura de la empresa es posible que impulse el desarrollo de la misma.</p>

6.5 Además de los propios empleados de su organización, mencione qué otros recursos están ligados al proceso de Innovación.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana recurre para fortalecer la innovación a:</p> <p>Grupos industriales</p> <p>Universidades extranjeras, alemanas y norteamericanas.</p>	<p>PEMEX GAS considera las necesidades y opiniones de:</p> <p>Autoridades</p> <p>Clientes</p> <p>Distribuidores</p> <p>Consultores</p> <p>Sociedad</p> <p>Y se apoya en instituciones de investigación para desarrollar sus proyectos.</p>	<p>PEMEX REFINACIÓN cuenta con el apoyo del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y fortalece sus relaciones con proveedores, clientes, distribuidores, grupos industriales a través de cámaras, universidades, consultores y la comunidad en general.</p> <p>A través de la venta de gasolina se extiende a los distribuidores y recomienda el uso de tecnología que reduce la contaminación como válvulas y tanques de doble pared para evitar emisiones.</p>	<p>Grupo Girsá sugiere un diseño de red que integra al medio ambiente con los demás elementos que impactan a la creación de valor, dicha red puede conformarse por calidad total, recursos humanos, tecnología, informática, mercado, servicios, control ambiental, seguridad e higiene, dónde se identifica la necesidad de un elemento que permita la evaluación relacionada con los resultados del esfuerzo, éste último pudiera ser el índice de sustentabilidad de Dow Jones que se encuentra aún en desarrollo.</p>	<p>Sólo los recursos de la corporación a la que pertenece.</p>

13.2.7 Resultados de las Empresas

7.1. Resultados financieros

7.1.1 Describa y justifique la relevancia de los indicadores que la empresa utiliza para medir los beneficios económicos derivados de la Prevención de la Contaminación. Incluir aquellos que reflejan mejoras en ingresos, rentabilidad, productividad, participación en el mercado, satisfacción de clientes y consumidores, etc.

A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana resalta entre sus beneficios ligados a la prevención de la contaminación: la reducción de costos y participación en el mercado nacional y de importación.</p> <p>Presta especial atención a la calidad, precio e imagen de sus productos en el mercado.</p>	<p>PEMEX GAS reconoce como beneficios el tener una mejor relación con la sociedad y contribuir con un ambiente más sano.</p> <p>“Si vale la pena invertir en mejorar el ambiente.” Es la concepción de PEMEX GAS.</p> <p>Utiliza como indicadores lo concerniente a costos ambientales, inversión, administración, manejo de pasivos ambientales, etc.</p>	<p>PEMEX REFINACION tiene como indicadores los siguientes:</p> <p>Cantidad de gasolina oxigenada que se vende.</p> <p>Índice de índice energético Solomon de 135. (Cantidad de energía que se utiliza en el proceso con relación con el mismo proceso realizado con tecnología de punta).</p> <p>Incrementando la calidad de la gasolina se han tenido a nivel nacional menos días con Fase 1 del programa “Hoy no circula”, además de mantener controlados los IMECAS.</p>	<p>Grupo Girsra bajo su compromiso de calidad total considera la satisfacción de sus clientes, accionistas, personal y comunidad, como resultados de aplicar la ecoeficiencia, ahorros en costos (insumos, reducción de pérdidas), ahorro en gastos y requerimientos de capital, ingresos adicionales por valor diferenciado de productos o servicios, incentivos fiscales, la reutilización de desperdicios con un enfoque de ciclo de vida.</p>	<p>La empresa G no ha sido capaz de ligar los beneficios económicos relacionados con la prevención de la contaminación.</p>

7.1.2. Describa y justifique la relevancia de los indicadores que la empresa utiliza para medir el impacto que su proceso de Prevención de la Contaminación tiene sobre sus clientes, consumidores y mercado.				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana dedica un esfuerzo sobresaliente para lograr la satisfacción de sus clientes.</p> <p>Con el objeto de prevenir posibles derrames en el transporte de sus productos o minimizar el impacto que se puede producir, Celanese Mexicana elabora las hojas de seguridad y de emergencia en el transporte de cada uno de sus productos y las entrega a los responsables de llevar a cabo dicho proceso.</p>	<p>PEMEX GAS considera el grado de satisfacción de sus clientes, haciendo monitoreo vía reclamaciones.</p> <p>Se busca minimizar los reprocesos, excepto cuando hay que quemar el gas fuera de especificación.</p> <p>El gas natural representa el combustible más ecológico disponible actualmente.</p>	<p>PEMEX REFINACION monitorea el grado de satisfacción de clientes y salud ocupacional.</p>	<p>Grupo Girsra utiliza como un indicador en materia de prevención de la contaminación las emisiones a la atmósfera, el consumo de agua, la generación de residuos peligrosos, la generación de desperdicios, el consumo de papel por tonelada de producto generado, monitorea el grado de satisfacción de sus clientes, la imagen que tiene ante las autoridades y ante las comunidades en las que se desempeña.</p>	<p>La compañía G sí lleva estadísticas relacionadas con el mercado y clientes, pero no los relaciona con el efecto de prevenir la contaminación.</p>

7.2. Resultados Tecnológicos

7.2.1. Enumere los principales proyectos de Prevención de la Contaminación implementados durante los últimos tres años.

A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana ha realizado los siguientes proyectos en materia de prevención de la contaminación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control distribuido en procesos y servicios auxiliares. • Sistema anaerobio para tratamiento de aguas residuales. • Simulación de los procesos. • Recuperación de acetona en el proceso de acetato de etilo. 	<p>En PEMEX GAS se tuvieron los siguientes proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantas recuperadoras de azufre tipo "Super Claus" • Tratamiento de aguas negras. • Eliminación de bifenilos policlorados. 	<p>En PEMEX REFINACIÓN se tuvieron los siguientes proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). • Plantas de recuperación de azufre • Hidrosulfuradoras de diesel. 	<p>Grupo Girsra en los últimos años ha invertido en los siguientes proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de efluentes en plantas de alimentos. • Desarrollo del manual de diseño para el ambiente. • Recuperación de desechos o subproductos. • Generación de vapor con gas residual, reduciendo las emisiones de CO₂ y eliminación segura de residuos. • Solventes con baja concentración de VOC's. • Utilización del CO₂ generado por reacción. 	<p>El proyecto de instrumentación y control de procesos, proyectos aislados sobre ahorro de recursos y utilización de materias primas reciclables.</p>

7.2.2. Enumere los principales proyectos de nuevos productos considerando criterios ambientales y estrategias de diseño implementados durante los últimos tres años

A	B	C	D	G
Celanese Mexicana elabora productos intermedios. En productos finales. se desarrolló un polímero de resina vinilica para usarse con agua en la elaboración de pinturas.	En PEMEX GAS no se generan nuevos productos, sin embargo se han logrado procesos más limpios, el gas contiene ahora menos de 4ppm de H ₂ S en volumen.	EN PEMEX REFINACIÓN se ha mejorado la calidad de la gasolina y el diesel reduciendo su contenido de azufre.	Grupo Girsá ha mejorado la calidad del Resistol 5000 haciéndolo menos agresivo a la salud y por la misma razón ha substituido al asbesto del impermeabilizante Fester.	La empresa G no ha elaborado nuevos productos, sólo modificaciones a productos debido a la substitución de materias primas no reciclables.

7.3. Currículum y Trayectoria de la Organización.

7.3.1. Enumere y describa los proyectos de inversión, adquisición, asociación o desarrollo propio destinados a Prevenir la Contaminación

A	B	C	D	G
Celanese Mexicana ha invertido para prevenir la contaminación en los siguientes proyectos: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control distribuido. • Sistema anaerobio para tratamiento de aguas. • Sistema de recuperación de acetona. 	PEMEX GAS para prevenir la contaminación ha invertido en la instalación de: <ul style="list-style-type: none"> • Plantas recuperadoras de azufre "Super Claus" • Tratamiento de aguas negras. • Eliminación de bifenilos policlorados. 	En PEMEX REFINACIÓN ha invertido en la instalación de: <ul style="list-style-type: none"> • Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). • Plantas de recuperación de azufre • Hidrodesulfuradoras de diesel. 	Grupo Girsá en los últimos años ha invertido en los siguientes proyectos: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del manual de diseño para el ambiente. • Recuperación de desechos o subproductos. • Solventes con baja concentración de VOC's. 	El principal proyecto ha sido el referente a lograr una automatización parcial de los procesos.

7.3.2 Enumere y describa los proyectos de capacitación y reconocimiento para el personal que participa en la Prevención de la Contaminación en su organización.

A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana establece desde el nivel directivo hasta trabajador de planta, un 25 por ciento del bono anual ligado al desempeño ambiental y de seguridad.</p>	<p>En PEMEX GAS se otorga un premio anual a los 5 centros más destacados a nivel nacional.</p>	<p>En PEMEX REFINACION Se reconoce documentalmente a la refinería o centro de trabajo más eficiente.</p>	<p>Grupo Girsas ha instituido un premio anual enfocado a ecología y lo otorga la dirección general.</p>	<p>En la compañía G se imparten algunos cursos aislados, pero no existen reconocimientos para el personal.</p>

7.3.3 Enumere y describa los proyectos de inversión para la expansión de la cantidad y alcance de las herramientas de desarrollo con que dota al personal involucrado en la Prevención de la Contaminación y para el incremento de infraestructura disponible.

A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana ha instalado simuladores de proceso, sistemas de recuperación de materias primas y ha implementado los programas de reuso del agua y control de inventario de materias primas y productos terminados.</p>	<p>PEMEX GAS busca el cumplimiento total de las normas de seguridad y ambientales y hacia ello dirige sus esfuerzos.</p>	<p>PEMEX REFINACION ha invertido en la sustitución de catalizadores para mejorar la infraestructura disponible. Además de estar continuamente favoreciendo la capacitación de sus empleados y promoviendo proyectos de investigación.</p>	<p>Grupo Girsas ha invertido en programas de capacitación para su personal y en sistemas de control distribuido y con ello participa en la prevención de la contaminación.</p>	<p>El único proyecto importante es el de la automatización parcial.</p>

7.4. Comunidad en la que opera.				
7.4.1 Describa cuál es el impacto de la Prevención de la Contaminación sobre la comunidad en la que opera, cómo lo mide y justifica su relevancia				
A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana opera en armonía con las comunidades en las que se ubican sus instalaciones y se preocupa por mejorar su desempeño ambiental a través de la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera y buscando día a día hacer un uso óptimo del agua.</p>	<p>PEMEX GAS ha logrado una mayor transparencia en las operaciones y con ello mejores relaciones con la comunidad a nivel local.</p> <p>La comunidad ahora tiene un impacto favorable de la empresa.</p>	<p>PEMEX REFINACION ha atendido las quejas que llegan la SEMARNAT y en los centros de trabajo buscando una mejor relación con las comunidades en las que opera.</p> <p>Se ha preocupado también por monitorear los IMECAS y otros conceptos, tales como partículas para mejorar la calidad del aire y monitorear el agua que se descarga para cumplir con la normatividad y minimizar el impacto sobre el medio ambiente.</p>	<p>Grupo Girsra menciona que ante las autoridades y la comunidad ha mejorado su imagen.</p>	<p>La empresa G ha iniciado la difusión de su cultura ecológica con proveedores y clientes. pero le falta involucrar a la población cercana a sus instalaciones.</p>

7.4.2 Describa los proyectos específicos de Prevención de la Contaminación que impactan a la comunidad.

A	B	C	D	G
<p>Celanese Mexicana preocupada por el medio ambiente y las comunidades aledañas ha instalado plantas de tratamiento de aguas residuales e implantado un programa de uso eficiente del agua y la energía, así como un plan para la correcta separación de la basura en sus diferentes categorías, recolección y adecuada disposición de la misma.</p>	<p>PEMEX GAS además de los proyectos de inversión orientados a minimizar el contenido de azufre en sus productos, tratar el agua antes de ser descargada a un cuerpo receptor, etc. promueve la difusión de sus acciones para comunicar a la comunidad su desempeño, por ejemplo anualmente se tiene la semana del medio ambiente, donde se expone cuál ha sido su desempeño ambiental, operacional y de seguridad.</p>	<p>PEMEX REFINACION considera que todos los proyectos que tienden a mejorar la calidad de la gasolina impactan a la comunidad y están orientados al "fondo de barril" para obtener la mayor cantidad de productos destilados por barril procesado, buscando que la generación de residuos sea mínima.</p>	<p>En Grupo Girsá se han realizado proyectos tendientes a reducir las emisiones, minimizar el consumo de agua, abatir la contaminación del agua, disminuir la contaminación del suelo, así como promover campañas de sensibilización que impacten favorablemente a las comunidades.</p>	<p>Se instaló una sección de tratamiento secundario para las aguas residuales de las instalaciones a fin de evitar un efecto ecológico negativo en la comunidad.</p>

13.3 Evaluación ambiental comparativa de las empresas

Siguiendo con lo propuesto en la metodología, en los siguientes cuadros se encuentra la evaluación para cada uno de los elementos del modelo considerando los cuestionarios y criterios de evaluación utilizados en las entrevistas.

Tabla 13.1 Filosofía de Excelencia Ambiental Corporativa

1. Filosofía de excelencia ambiental corporativa	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Mecanismo que sigue su organización para monitorear y dar cumplimiento a las nuevas regulaciones ambientales.	40	40	40	30	40	10	32	80
Herramientas que utiliza para involucrar a los integrantes de su organización en el proceso de administración ambiental.	40	38.3	35	33.3	39.3	33.7	35.9	90
Elementos estratégicos que conforman su programa de administración ambiental.	35	32.5	30.6	35	35	25.1	31.6	90
Lineamientos y criterios ambientales que emplea para la planeación a corto, mediano y largo plazos.	35	29.1	29.5	27.9	35	27.2	29.7	85
Acumulados	150	139.9	135.2	126.2	149.3	96	129.3	86

Para este primer elemento se tiene un porcentaje de cumplimiento mayor para el segundo y tercer criterios ya que representan la base para la prevención de la contaminación y la mayoría de las empresas encuestadas cuenta ya con un programa de administración ambiental.

El porcentaje de cumplimiento menor es para el primer criterio, que denota poco monitoreo con respecto a las nuevas normas ecológicas.

Tabla 13.2 Análisis del Ciclo de Vida del Producto

2. Análisis del Ciclo de Vida	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Criterios que emplea su organización para seleccionar materias primas, procesos de manufactura y transporte.	20	17	15	10	20	15.5	15.5	78
Herramientas con que cuenta su organización para analizar y prevenir los impactos ambientales de sus productos.	20	20	20	14	20	10	16.8	84
Mecanismos para asegurar el destino final de sus productos y la cooperación de sus clientes.	20	18.5	17.5	14.5	20	13.5	16.8	84
En que forma considera que su organización contribuye a la prevención de la contaminación.	20	20	20	16.5	19	11.8	17.5	87
Criterios ambientales que utiliza en la creación de nuevos productos y de qué forma incorpora Desarrollo Sustentable.	20	18	18	20	20	15	18.2	91
Acumulados	100	93.5	90.5	75	99	65.8	84.8	85

En “Análisis de ciclo de vida”, el mayor porcentaje es para el quinto criterio, considerando que en la creación de nuevos productos se hace ahora con un enfoque diferente en el que no sólo se busca el cumplimiento con las normas y regulaciones ambientales, sino que ha cobrado mayor importancia el concepto de desarrollo sustentable.

La menor puntuación es para el primer criterio, donde aún falta mucho por hacer en cuanto a la selección adecuada de insumos, procesos de manufactura y transporte.

Tabla 13.3 Administración de la Calidad Total y Prevención de la Contaminación

3. Administración de la Calidad Total y Prevención de la Contaminación	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Elementos que conforman el sistema de calidad y en cuál de ellos se considera la Prevención de la Contaminación.	20	20	20	20	20	19	19.8	99
Herramientas que su organización utiliza para soportar el proceso de mejora continua y el cambio de cultura.	20	20	18	14.3	20	19	18.3	91
Indicadores que utiliza para medir su desempeño en calidad y como participa la Prevención de la Contaminación.	20	20	20	17	18.5	20	19.1	96
Beneficios que ha obtenido al integrar ambos conceptos: Calidad Total y Prevención de la Contaminación.	20	20	20	18	20	15.5	18.7	94
Experiencia al integrar el proceso de Prevención de la Contaminación en la estructura desarrollada para Calidad.	20	20	20	10	20	10	16	80
Acumulados	100	100	98	79.3	98.5	83.5	91.9	92

Para "Administración de la Calidad Total" y "Prevención de la Contaminación" se aprecia un mayor avance en el primer criterio, ya que la mayoría considera la prevención de la contaminación en su sistema de calidad.

La menor puntuación es para el quinto criterio, ya que la experiencia al integrar ambos conceptos no ha sido para todas las empresas seleccionadas satisfactoria, e incluso resulta compleja.

Tabla 13.4 Uso de Tecnologías Limpias

4. Uso de Tecnologías Limpias	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Mencione las áreas en las que se han hecho esfuerzos para prevenir la contaminación y en que forma participan.	40	40	39.7	32.3	35	34.7	36.3	91
Describa las herramientas con que cuenta para lograr una efectiva prevención de la contaminación. Proporcione ejemplos.	40	40	40	31	40	31.5	36.5	91
Cite qué modificaciones, cambios o nuevas tecnologías ha integrado para abatir la contaminación.	40	39.5	36.1	29.5	34.2	22.7	32.4	81
Describa la metodología o análisis que efectúa para detectar áreas de oportunidad tendientes a disminuir la contaminación.	40	40	40	32	20	26	31.6	79
Mencione los beneficios que ha obtenido al incorporar la prevención de la contaminación en su organización.	40	40	40	24	40	20	32.8	82
Acumulados	200	199.5	195.8	148.8	169.2	134.9	169.6	85

Como puede observarse, la calificación promedio global del elemento "Uso de Tecnologías Limpias" presenta un cumplimiento alto, debido a que los directivos de las empresas encuestadas tienen una amplia conciencia de su importancia y de su aplicación. La mayor calificación corresponde al primero y segundo criterios relacionados con el esfuerzo y las herramientas que permiten abatir la contaminación, mientras que la calificación más baja obtenida por el cuarto criterio está vinculada con no brindar el suficiente esfuerzo a la detección de áreas de oportunidad para prevenir la contaminación.

Tabla 13.5 Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental

5. Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Considera usted que a los consumidores de sus productos. les interesa el factor de impacto ambiental.	10	7.5	8	6.5	9	7.5	7.7	77
Características ambientales que hacen competitivos a sus productos y cómo considera las opiniones de sus clientes.	20	14	20	16	20	6	15.2	76
Cómo informa a los consumidores sobre los beneficios ambientales al preferir sus productos sobre los de la competencia.	10	8	8	5	10	3	6	68
Características ecológicas que se incluyen en el etiquetado de sus productos.	10	7.5	9	6	9	5.5	7.4	74
Herramientas que utiliza para conocer su posición e imagen ecológica y la de sus competidores en el mercado.	10	8	8	4	8.5	5	6.7	67
Herramientas que utiliza para crear y difundir una cultura ecológica, tanto dentro como fuera de su organización.	20	20	16	14	12	18	16	80
Explique de qué manera considera el Desarrollo Sustentable en la mercadotecnia de su producto.	20	14	16	11	19	11	14.2	71
Acumulados	100	79	85	62.5	87.5	56	74	74

"Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental", éste elemento del modelo es uno de los que ha obtenido un menor porcentaje de cumplimiento en forma global; sin embargo, cada vez cobra mayor importancia, ya que de ello dependerá en un futuro cercano la comercialización de los productos, y en consecuencia, la permanencia de las empresas en un mercado cada vez más exigente y comprometido con la protección del medio ambiente.

El porcentaje mayor es para el sexto criterio, aunque no basta reconocer internamente las características ambientales de los productos, es necesario difundirlas y aprovecharlas con un enfoque de mercadotecnia ambiental, y de esta manera comenzar a involucrar a los consumidores hacia una cultura ecológica responsable.

La menor puntuación es para el quinto criterio, puesto que no se cuenta con un mecanismo formal para conocer la posición e imagen ecológica de sus competidores en el mercado.

Tabla 13.6 Innovación Tecnológica y Empresarial

6. Innovación Tecnológica y Empresarial	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Describe si su organización cuenta con el ambiente y cultura organizacional adecuados para impulsar la Innovación.	30	22.5	22.1	12.4	29.3	17.6	20.8	69
Elementos que sustentan el proceso de Innovación, sus características y los niveles en los que impacta.	30	16.5	13.5	12.8	25.5	6	14.9	50
Mecanismo de identificación de fortalezas y áreas de oportunidad dirigidas a la Innovación.	30	21	30	15	15	15	19.2	64
Qué papel juega la innovación en la vida actual y futura de su organización, ligada a la Prevención de la Contaminación.	30	23.5	22	14	30	13.5	20.6	69
Además de los propios empleados de su organización, qué otros recursos están ligados al proceso de Innovación	30	27	22.5	25.5	30	19.5	24.9	83
Acumulado	150	110.5	110.1	79.7	129.8	71.6	100.3	67

"Innovación Tecnológica y Empresarial" es el elemento que ha obtenido la menor calificación, aún cuando es de vital importancia ya que representa la posibilidad de que una empresa continúe en el mercado o se vea obligada a cerrar operaciones, su principal finalidad es crear o agregar valor y es precisamente el interés comercial lo que ha de impulsar a las empresas con interés por la permanencia a dedicar un mayor esfuerzo para innovar tanto tecnológica como administrativamente.

El criterio que obtiene mayor porcentaje en cuanto a "Innovación tecnológica y empresarial" es el quinto, ya que se han realizado esfuerzos por establecer contactos con otras instituciones que les permita generar más y mejores alternativas para mejorar sus procesos o productos.

La menor puntuación es para el segundo criterio, puesto que se realizan acciones aisladas para lograr algunos avances en innovación, pero no se ha estructurado formalmente un proceso que permita explotar y capturar el máximo valor derivado de este concepto.

Tabla 13.7 Resultados de las Empresas

Resultados de las Empresas	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Resultados financieros								
Indicadores para medir los beneficios económicos derivados de la Prevención de la Contaminación.	25	25	20	25	25	15	22	88
Indicadores para medir el impacto que la Prevención de la Contaminación tiene sobre clientes, consumidores y mercado.	25	20	20	17.5	25	15	19.5	78
Resultados tecnológicos								
Proyectos de Prevención de la Contaminación implementados durante los últimos tres años.	25	25	25	25	25	18	23.6	94
Proyectos de nuevos productos considerando criterios ambientales y de diseño durante los últimos tres años.	25	20	20	25	25	20	22	88

Resultados de las Empresas	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Currículum y trayectoria de la organización								
Proyectos de inversión, adquisición, asociación o desarrollo propio destinados a Prevenir la Contaminación.	15	15	12	10.5	15	11	12.7	85
Proyectos de capacitación del personal que participa en la Prevención de la Contaminación y reconocimientos.	15	15	12	7.5	10.5	13	11.6	77
Proyectos de inversión para expandir las herramientas del personal involucrado en la Prevención de la Contaminación	20	20	16	10	20	17	16.6	83
Comunidad en la que opera								
Impacto de la Prevención de la Contaminación sobre la comunidad en la que opera.	25	25	25	25	25	22	24.4	98
Describa los proyectos específicos de Prevención de la Contaminación que efectúa en beneficio de la comunidad.	25	25	12.5	15	25	20	19.5	78
	200	190	162.5	160.5	195.5	151	171.9	86

En cuanto a "Resultados de la empresa", cabe señalar que en los últimos años se han desarrollado proyectos tendientes a prevenir la contaminación, aún cuando no se ha profundizado en la capacitación del personal ni al reconocimiento que los motive a una mayor participación.

La evaluación global del modelo organizacional de desarrollo sustentable para la industria química, motivo de la presente tesis doctoral se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 13.8 Elementos del Modelo SAEA

Elementos del modelo SAEA	PUNTUACIÓN OBTENIDA							
	Máximo	A	B	C	D	G	Total	%
Filosofía de excelencia ambiental corporativa	150	139.9	135.2	126.2	149.3	96	129.3	86
Análisis del ciclo de vida	100	93.5	90.5	75	99	65.8	84.8	85
Administración de la calidad total y prevención de la contaminación	100	100	98	79.3	98.5	83.5	91.9	92
Uso de tecnologías limpias	200	199.5	195.8	148.8	169.2	134.9	169.6	85
Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental	100	79	85	62.5	87.5	56	74	74
Innovación tecnológica y empresarial	150	110.5	110.1	79.7	129.8	71.6	100.3	67
Resultados de la empresa	200	190	162.5	160.5	195.5	151	171.9	86
Acumulados	1000	912.4	877	731.9	928.8	658.8	821.8	82%

En el cuadro anterior se observa que para la muestra seleccionada, los elementos que se encuentran por debajo del porcentaje global de cumplimiento son:

Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental
Innovación tecnológica y empresarial.

Evaluación ambiental de la compañía E - ANIQ

1. Filosofía de Excelencia Ambiental Corporativa

		Puntuación		
		Máxima	Obtenida	
1.1	<p>Describa el mecanismo que sigue su organización para monitorear y dar cumplimiento a las nuevas regulaciones ambientales.</p>	<p>En la ANIQ, todas las empresas asociadas, para contar con la membresía están comprometidas a implantar el programa de "Responsabilidad Integral" orientado a una cultura de mejora continua en aspectos de seguridad, salud y medio ambiente. Como parte de la etapa de planeación considera el monitoreo del entorno, así como la revisión y actualización de la normatividad que le aplica.</p>	40	28.2
1.2	<p>Describa las herramientas y mecanismos que utiliza para involucrar a los integrantes de su organización en el proceso de administración ambiental y la manera en que impulsa los valores ambientales, de salud y seguridad.</p>	<p>En la ANIQ, cada una de las empresas asociadas apegada al programa de "Responsabilidad Integral" desde la organización define responsabilidades, asigna recursos, y desarrolla procedimientos, además en la etapa de ejecución integra la comunicación de riesgos y la educación.</p>	40	28.2
1.3	<p>Mencione y describa los elementos estratégicos que conforman su programa de administración ambiental, así como los indicadores y parámetros que utiliza para medir el desempeño ambiental de su organización.</p>	<p>La ANIQ busca la implantación del programa "Responsabilidad Integral" que cuenta con siete elementos esenciales, que al instrumentarse apoyarán a las empresas para iniciar un proceso de mejora continua en las áreas de medio ambiente, seguridad e higiene.</p> <p>1. Principios generales 2. Códigos de prácticas administrativas 3. Comité de consulta a la comunidad 4. Grupo de líderes ejecutivos</p> <p>5. Evaluación de desempeño 6. Programa de asistencia mutua 7. Obligaciones de las empresas socias</p> <p>Cuenta con 6 códigos sobre los cuales se desarrollan 156 prácticas administrativas que conforman el sistema de administración.</p> <p>-Prevención y control de la contaminación ambiental -Seguridad de los procesos -Seguridad y salud en el trabajo</p> <p>- Protección a la comunidad - Transporte y distribución - Seguridad de producto</p>	35	24.7
1.4	<p>Mencione los lineamientos que sigue su organización en materia ambiental, de salud y de seguridad y los criterios ambientales que emplea para la planeación a corto, mediano y largo plazos.</p>	<p>En la ANIQ, las empresas socias, como parte del compromiso adquirido con el programa practican auditorías de cumplimiento, donde no sólo se contemplan aspectos ambientales; sino de calidad, seguridad, salud e higiene. ANIQ reconoce que de igual forma que el proceso de integración del concepto de "Calidad Total" a la administración global de los negocios, "Responsabilidad Integral" requiere el compromiso al más alto nivel directivo para el logro de sus objetivos dentro de las organizaciones.</p>	35	24.7
		Subtotal	150	105.8

2. Análisis del Ciclo de Vida del Producto

		Puntuación	
		Máxima	Obtenida
2.1 Mencione los criterios que emplea su organización para seleccionar materias primas, procesos de manufactura y transporte.	La ANIQ como parte del programa "Responsabilidad Integral" considera el análisis de ciclo de vida en el código denominado: Seguridad de producto. Su área de atención es la elaboración de productos más seguros y compartir la información sobre peligrosidad, riesgos y medidas de control con todos los usuarios involucrados en el ciclo de vida del producto.	20	13
2.2 Describa las herramientas con que cuenta su organización para analizar y prevenir los impactos ambientales asociados a sus productos	El programa de "Responsabilidad Integral" en sus códigos de protección al ambiente y seguridad de producto contempla varias de estas herramientas.	20	13
2.3 Describa los mecanismos y sistemas con los que su organización asegura el destino final de sus productos y cómo garantiza la cooperación de sus clientes.	El programa de "Responsabilidad Integral" en su código de seguridad de producto contempla varios mecanismos y sistemas.	20	13
2.4 Explique de qué manera considera que su organización contribuye a la prevención de la contaminación.	El código de prevención y control de la contaminación ambiental tiene precisamente la finalidad de abatir los contaminantes al medio ambiente.	20	13
2.5 Mencione los criterios ambientales y estrategias de diseño que utiliza en la creación de nuevos productos y describa de qué forma incorpora el concepto de Desarrollo Sustentable.	En su conjunto, el programa de "Responsabilidad Integral" persigue vincularse con el desarrollo sustentable mediante el compromiso de las empresas químicas con su comunidad y el medio ambiente.	20	13
Subtotal		100	65

3. Vínculo entre la Administración de Calidad Total y la Prevención de la Contaminación

		Puntuación	
		Máxima	Obtenida
3.1 Mencione los elementos que conforman el sistema de calidad en su organización y cuál de ellos considera la prevención de la contaminación.	La ANIQ como ya se mencionó con anterioridad cuenta con 6 códigos, sobre los cuales se desarrollan 156 prácticas administrativas; y precisamente uno de los códigos lleva por nombre prevención y control de la contaminación ambiental. Su área de atención es la protección y preservación del ambiente.	20	13
3.2 Mencione y describa brevemente las herramientas y técnicas utilizadas en su organización para soportar y desarrollar el proceso de mejora continua, para lograr la participación de sus colaboradores (empleados, proveedores y clientes) y para promover el cambio de cultura organizacional	En la ANIQ un elemento que se ha vuelto ya tradición, es la entrega del reconocimiento "Responsabilidad Integral", el cual se otorga a aquellas empresas que tuvieron durante el periodo de auto evaluación, el mayor porcentaje de avance obtenido de manera general y, por otro lado, a las que presentaron la mayor homogeneidad en la implantación de los diferentes códigos que integran el programa.	20	13
3.3 Mencione los indicadores o parámetros que utiliza su organización para medir su desempeño en calidad y en qué forma participa la Prevención de la Contaminación.	La ANIQ monitorea el avance de las empresas en materia de prevención de la contaminación, pero no lo relaciona de forma directa con la calidad.	20	13
3.4 Mencione y describa los beneficios que ha obtenido su organización al integrar ambos conceptos Calidad Total y Prevención de la Contaminación.	Las empresas asociadas a la ANIQ al implementar "Responsabilidad Integral" logran los siguientes beneficios: Se tiene imagen proactiva ante clientes y comunidad. Mejora en procesos. Habilidad para disponer de los desechos. Mantiene buenas relaciones públicas con la comunidad. Mejor aprovechamiento de energía. "Responsabilidad Integral" va más allá que una certificación ISO 14,000.	20	13
3.5 Describa cuál ha sido su experiencia al integrar el proceso de Prevención de la Contaminación en la estructura desarrollada para el proceso de Administración de la Calidad Total (involucramiento del personal, resistencia, lucha entre áreas funcionales, etc.)	La ANIQ reconoce que la experiencia al implementar "Responsabilidad Integral" ha sido positiva y se refleja en: Disminución en los accidentes en trabajo, lo que reduce las cuotas al IMSS. Reducción de las primas de seguros en transporte y plantas. Mejora en las relaciones de la industria con gobiernos locales.	20	13
Subtotal		100	65

4. Uso de Tecnologías Limpias

		Puntuación	
		Máxima	Obtenida
4.1 Mencione las áreas o departamentos en los que se han hecho esfuerzos para prevenir la contaminación y en qué forma participan.	La ANIQ con base en lo propuesto por el programa de "Responsabilidad Integral" considera la prevención de la contaminación y además los códigos de: Seguridad de los procesos El área de atención de seguridad en los procesos, es la reducción de riesgos en las instalaciones y operaciones productivas Seguridad y salud en el trabajo. Su área de atención es la protección de la salud y la integridad física del personal.	40	31.5
4.2 Mencione y describa las herramientas y sistemas con que cuenta su organización para lograr una efectiva prevención de la contaminación. Proporcione ejemplos concretos en cada uno de los departamentos donde se aplica la Prevención de la Contaminación.	Las empresas asociadas a la ANIQ son las responsables de prevenir la contaminación de forma práctica y oportuna, a fin de lograr avances anuales en dicho concepto, de acuerdo al programa de "Responsabilidad Integral".	40	31.5
4.3 Cite qué modificaciones, cambios o nuevas tecnologías se han integrado en sus diferentes departamentos para abatir la contaminación. Mencione los casos más relevantes.	Las empresas asociadas a la ANIQ son las responsables de prevenir la contaminación de forma práctica y oportuna, a fin de lograr avances anuales en dicho concepto, de acuerdo al programa de "Responsabilidad Integral".	40	31.5
4.4 Describa brevemente la metodología o análisis que efectúa para detectar áreas de oportunidad tendientes a disminuir la contaminación	Las empresas asociadas a la ANIQ son las responsables de prevenir la contaminación de forma práctica y oportuna, a fin de lograr avances anuales en dicho concepto, de acuerdo al programa de "Responsabilidad Integral".	40	31.5
4.5 Mencione los beneficios técnicos, económicos o de imagen que ha obtenido al incorporar la Prevención de la Contaminación en su organización.	La ANIQ reconoce como beneficios técnicos, económicos y de imagen como resultado de la implantación del programa "Responsabilidad Integral" los siguientes: Se tiene imagen proactiva ante clientes y comunidad. Mejora en procesos Disminución en los accidentes en trabajo. lo que reduce las cuotas al IMSS Reducción de las primas de seguros en transporte y plantas Mejora en las relaciones de la industria con gobiernos locales.	40	31.6
Subtotal		200	157.6

5. Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental

		Puntuación		
		Máxima	Obtenida	
5.1	<p>Considera usted que a los consumidores de sus productos, además de los factores de precio, desempeño y marca comercial les interesa el factor de impacto ambiental</p>	<p>La ANIQ considera la mercadotecnia ambiental y calidad de los productos en dos de los códigos que forman parte del programa "Responsabilidad Integral" y son los siguientes: Seguridad de producto y Transporte y distribución Este código atiende a la prevención y control de accidentes en tráfico que involucran productos químicos, además de garantizar su adecuado manejo y comercialización.</p>	10	6.5
5.2	<p>Mencione y describa las características ambientales que hacen competitivos a sus productos en el mercado y cómo se asegura de incorporar las expectativas ambientales de sus clientes potenciales.</p>	<p>Para la ANIQ esto está considerado en el código de seguridad de producto, su área de atención es la elaboración de productos más seguros y compartir la información sobre peligrosidad, riesgos y medidas de control con todos los usuarios involucrados en el ciclo de vida. Además reconoce que la implementación del programa de "Responsabilidad Integral" representa una herramienta muy poderosa en la mercadotecnia de las empresas.</p>	20	13
5.3	<p>Explique cómo informa a los consumidores sobre las características o beneficios ambientales que se obtienen al preferir sus productos sobre los de la competencia.</p>	<p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	10	6.5
5.4	<p>Cite las características ecológicas que se incluyen en el etiquetado de sus productos y mencione las razones que lo justifican.</p>	<p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	10	6.5
5.5	<p>Mencione las herramientas o sistemas que utiliza su organización para conocer su posición e imagen ecológica y la de sus competidores en el mercado.</p>	<p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	10	6.5
5.6	<p>Mencione las herramientas que utiliza en su organización para crear y difundir efectivamente una cultura ecológica tanto dentro de su organización como fuera de la misma.</p>	<p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	20	13
5.7	<p>Explique de qué manera considera el Desarrollo Sustentable en la mercadotecnia de su producto.</p>	<p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	20	13
		Subtotal	100	65

6. Innovación Tecnológica y Empresarial

		Puntuación	
		Máxima	Obtenida
6.1	<p>Describa si su organización cuenta con el ambiente y cultura organizacional adecuados para impulsar la Innovación.</p> <p>La ANIQ considera la innovación tecnológica y empresarial en dos de los códigos que forman parte del programa "Responsabilidad Integral" y son los siguientes Protección a la comunidad. Su área de atención es concienciar a la comunidad y responder a emergencias en planta. Seguridad de los procesos. El área de atención de seguridad en los procesos, es la reducción de riesgos en las instalaciones y operaciones productivas.</p>	30	20.3
6.2	<p>Mencione y describa los elementos que sustentan el proceso de Innovación en su organización, cuáles son sus características y los niveles en los que impacta.</p> <p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	30	20.3
6.3	<p>Describa el mecanismo de identificación de fortalezas y áreas de oportunidad dirigidas a la Innovación, en qué forma las canaliza y les da seguimiento.</p> <p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	30	20.3
6.4	<p>Explique qué papel juega la innovación en la vida presente y futura de su organización, ligada a la Prevención de la Contaminación.</p> <p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	30	20.3
6.5	<p>Además de los propios empleados de su organización, mencione qué otros recursos están ligados al proceso de Innovación.</p> <p>Este aspecto es responsabilidad de cada una de las empresas asociadas a la ANIQ.</p>	30	20.3
Subtotal		150	101.5

Resultados de la Compañía E - ANIQ	PUNTUACIÓN OBTENIDA		
	Máximo	E	%
Resultados financieros			
Indicadores para medir los beneficios económicos derivados de la Prevención de la Contaminación.	25	17.6	70
Indicadores para medir el impacto que la Prevención de la Contaminación tiene sobre clientes, consumidores y mercado.	25	17.6	70
Resultados tecnológicos			
Proyectos de Prevención de la Contaminación implementados durante los últimos tres años.	25	17.6	70
Proyectos de nuevos productos considerando criterios ambientales y de diseño durante los últimos tres años.	25	17.6	70
Currículum y trayectoria de la organización			
Proyectos de inversión, adquisición, asociación o desarrollo propio destinados a Prevenir la Contaminación.	15	10.6	71
Proyectos de capacitación del personal que participa en la Prevención de la Contaminación y reconocimientos.	15	10.6	71
Proyectos de inversión para expandir las herramientas del personal involucrado en la Prevención de la Contaminación	20	14.1	71
Comunidad en la que opera			
Impacto de la Prevención de la Contaminación sobre la comunidad en la que opera.	25	17.6	70
Describa los proyectos específicos de Prevención de la Contaminación que efectúa en beneficio de la comunidad.	25	17.6	70
Subtotal	200	140.9	70

Resultados Globales de la Compañía E - ANIQ

Elemento del Modelo SAEA	PUNTUACIÓN OBTENIDA		
	Máximo	E	%
Filosofía de excelencia ambiental corporativa	150	105.8	71
Análisis del ciclo de vida	100	65	65
Administración de la calidad total y prevención de la contaminación	100	65	65
Uso de tecnologías limpias	200	157.6	79
Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental	100	65	65
Innovación tecnológica y empresarial	150	101.5	68
Resultados de la empresa	200	140.9	70
Acumulados	1000	700.8	70

Como se puede notar en los cuadros anteriores no es posible tratar de la misma manera a la Asociación Nacional de la Industria Química, por esta razón, a continuación se muestran los resultados estadísticos al año 2000 que la ANIQ ha obtenido en la implantación del programa "Responsabilidad Integral" a través de los seis códigos relacionados con la mejora en el desempeño de sus empresas asociadas en las áreas de medio ambiente, salud y seguridad industrial. Los avances señalados resultan de los cuestionarios de autoevaluación aportados por las empresas y cuyo contenido es de carácter confidencial.

El avance al año 2000 en el proceso de implantación del programa de "Responsabilidad Integral", atendiendo al número de respuestas recibidas en la ANIQ, con respecto a las autoevaluaciones de los seis códigos de prácticas administrativas, incrementó de 101 a 120 empresas representando el 56% de las empresas con membresía. El porcentaje de avance alcanzó un 73%. En las siguientes gráficas se muestran las tendencias de avance general que se ha tenido en la implantación del programa de "Responsabilidad Integral".

Tabla 13.9 Avance General del Programa de "Responsabilidad Integral"

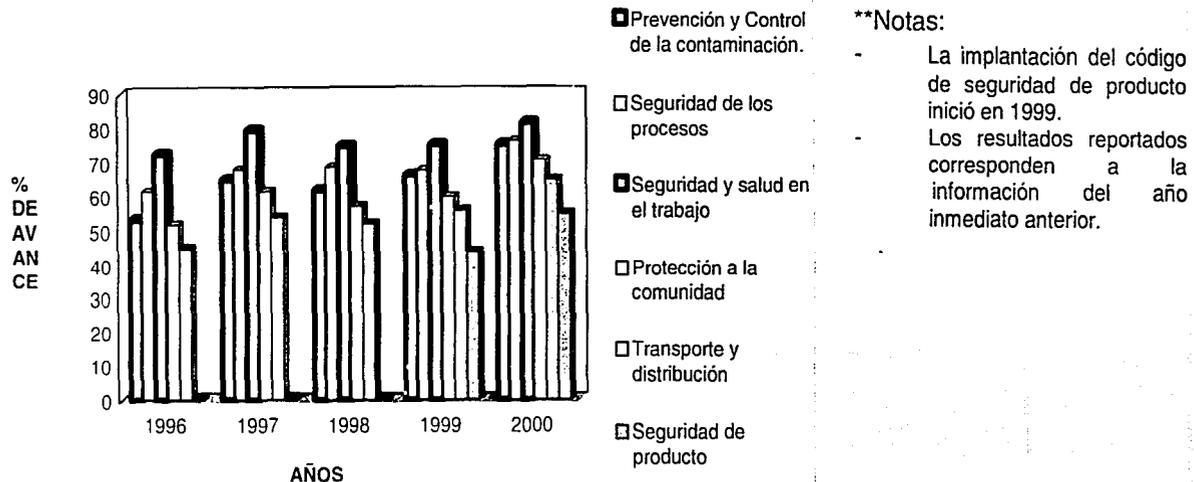
Avance General³					
Año	1996	1997	1998	1999	2000
% de Avance	56.6	65.2	62.6	64.7	73.5

³ Los resultados son obtenidos de un promedio aritmético de las respuestas recibidas de los socios para los códigos administrativos, a través de formatos de autoevaluación.

Tabla 13.10 Avance por Códigos de Prácticas Administrativas - ANIQ.

Avance por Código ⁴					
Código	1996	1997	1998	1999	2000
Prevención y Control de la contaminación.	53.1	64.5	61.4	65.9	74.9
Seguridad de los procesos	61.1	67.7	68.5	67.5	76.2
Seguridad y salud en el trabajo	72.1	79.2	74.5	74.9	81.4
Protección a la comunidad	51.7	61.1	56.8	59.6	70.5
Transporte y distribución	45	53.7	52	55.7	64.6
Seguridad de producto	0	0	0	43.9	54.7

Figura 13.1 Avance por Código



⁴ Los resultados son el promedio aritmético de cada código de prácticas administrativas de los socios que envían sus autoevaluaciones.

Utilizando como herramienta el programa de "Responsabilidad Integral", la ANIQ busca promover el desarrollo sustentable y la competitividad global de la industria química en armonía con la comunidad y el medio ambiente; con acciones soportadas en la ética, el diálogo y la concertación pretende ser el organismo líder que represente a la industria química establecida en México, reconocido en el ámbito nacional e internacional.

13.4 Comparación con el modelo de una empresa líder a nivel mundial

Considerando los resultados obtenidos durante las entrevistas, así como los documentos e información general proporcionados por las empresas, en las siguientes tablas se muestran las similitudes que tienen las empresas seleccionadas primero con el modelo propuesto (Sistema de Administración Estratégica Ambiental – SAEA) en la presente tesis, y segundo, comparando dichas compañías grandes del sector químico mexicano contra la empresa líder British Petroleum – Amoco.

Tabla 13.11 Comparación de las Empresas Encuestadas con el Modelo SAEA

ELEMENTOS DEL MODELO SAEA		A	B	C	D	E	G
1.	Excelencia ambiental corporativa	α	α	α	α	β	β
2.	Análisis del ciclo de vida del producto	α	α	β	α	β	β
3.	Administración de la calidad total y prevención de la contaminación	α	α	β	α	β	α
4.	Uso de tecnologías limpias	α	α	β	α	β	β
5.	Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental	β	α	β	α	β	δ
6.	Innovación tecnológica y empresarial	α	α	β	α	β	δ
	Resultados de la Empresa	α	α	β	α	β	β

α Cumple satisfactoriamente β Cumple medianamente δ No cumple

Tabla 13.12 Comparación entre una Empresa Líder y las Encuestadas

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE BP-AMOCO (HSE)	A	B	C	D	E	G
1. Liderazgo y responsabilidad	α	α	α	α	α	β
2. Administración y evaluación del riesgo	α	α	β	α	β	β
3. Entrenamiento del personal y su comportamiento	α	α	β	α	β	β
4. Trabajando con contratistas y otros	β	β	β	α	β	δ
5. Diseño y construcción de instalaciones	α	α	β	α	β	β
6. Operaciones y mantenimiento	α	α	β	α	β	β
7. Administración del cambio	β	β	δ	β	β	δ
8. Información y documentación	α	α	β	α	α	β
9. Clientes y productos	α	α	α	α	β	β
10. Comunidad y personas ligadas a la empresa	α	α	α	α	β	β
11. Administración de crisis y emergencias	α	α	α	α	β	β
12. Prevención y análisis de incidentes	α	α	α	α	β	β
13. Valoración, aseguramiento y mejora	α	α	β	α	β	δ

α Cumple satisfactoriamente β Cumple medianamente δ No cumple

De la Tabla 13.11, puede resaltarse que únicamente Pemex Gas y Grupo Girsá cumplen satisfactoriamente con los seis elementos que constituyen el modelo propuesto SAEA; Celanese Mexicana cumple de forma satisfactoria en cinco de los seis elementos del mismo Modelo SAEA, siendo el elemento de "Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental" en el que obtiene una calificación cualitativa poco menor, aunque cumpliendo medianamente. Pemex Refinación únicamente cumple de manera satisfactoria con el elemento de "Excelencia ambiental corporativa", y en los otros cinco elementos cumple medianamente. En cuanto a ANIQ, cumple medianamente con los seis elementos, debido al avance promedio del 73% que tiene a la fecha en la implantación de su programa de "Responsabilidad Integral". La empresa G es la que presenta el más bajo cumplimiento, puesto que sólo cumple con un elemento de forma satisfactoria, cumple medianamente con cuatro de ellos y no cumple con otros dos.

Con referencia a la Tabla 13.12, donde se hace una comparación cualitativa de las empresas seleccionadas contra los elementos del modelo que sigue la compañía BP - Amoco en el mundo, y aunque resulta difícil establecer dicha comparación elemento por elemento, en términos generales puede resaltarse que ninguna empresa de las seleccionadas para la presente investigación cumple satisfactoriamente con los 13 elementos que integran el modelo HSE (Health, Safety and Environment) de BP - Amoco. Aunque sí es de destacar que Grupo Girsá cumple 12 elementos de manera satisfactoria y 1 de ellos apenas medianamente. Tanto Celanese como Pemex Gas cumplen satisfactoriamente con 11 elementos y con los otros dos de forma mediana. Mientras que Pemex Refinación y la ANIQ presentan varios elementos con los que apenas cumplen de manera mediana contra el modelo HSE. De nueva cuenta, la empresa G es la que obtiene el cumplimiento más bajo, ya que cumple de forma mediana con diez de los elementos, pero no cumple con los tres restantes.

Tabla 13.13 Comparación de BP Amoco con el Modelo SAEA

ELEMENTOS DEL MODELO SAEA	BP AMOCO
1. Excelencia ambiental corporativa	α
2. Análisis del ciclo de vida del producto	α
3. Administración de la calidad total y prevención de la contaminación	α
4. Uso de tecnologías limpias	α
5. Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental	α
6. Innovación tecnológica y empresarial	α
Resultados de la Empresa	α

α Cumple satisfactoriamente

Como puede observarse de la tabla previa, *BP Amoco cumple de manera satisfactoria con todos los elementos formulados en el Modelo SAEA*. Tal comportamiento se deriva principalmente del hecho de que BP Amoco posee una amplia cultura basada en mejorar sus resultados en función de un compromiso con la salud, seguridad y medio ambiente; enfatizando su creciente interés por prevenir la contaminación en sus diferentes facetas. Estrictamente hablando, se considera que BP Amoco por el análisis anteriormente efectuado, presenta un cumplimiento relativamente menor en los elementos: ciclo de vida del producto, productos ecológicos y mercadotecnia ambiental, e innovación tecnológica y empresarial, aunque en una medida aún satisfactoria. De forma general, puede decirse que *BP Amoco resulta ser una empresa totalmente comprometida con el medio ambiente, y que en el mediano plazo, alcanzará un estadio de desarrollo sustentable*.



CONCLUSIONES

14 CONCLUSIONES

Es indudable que el problema de contaminación ambiental provocado por la industria química sigue siendo un tema central de preocupación para la sociedad por las graves implicaciones de deterioro ecológico que ha venido ocasionando en los últimos tiempos a los ecosistemas del planeta Tierra. Pero también es cierto que a partir de hace poco más de tres décadas se empezó a tratar de crear conciencia sobre tal problemática entre los ejecutivos de las empresas transnacionales más importantes a nivel mundial, con el propósito de revertir el camino de desarrollo no sustentable que se estaba siguiendo y que todavía en algunas compañías se sigue haciendo. A partir de entonces, se empezaron a buscar los mecanismos que ayudasen a abatir la contaminación ambiental provocada por las operaciones de la industria química.

Aún hoy en día, existe la creencia entre algunos directivos de empresas del sector químico mexicano de que proteger el ambiente y prevenir la contaminación resulta costoso y molesto, lo que sin duda repercute en mayores costos de operación y en una pérdida de competitividad en el mediano y largo plazo. La generación de contaminantes y desechos debe verse de una forma optimista y diferente: los desechos no deben considerarse como pérdidas y estorbos físicos de los cuales hay que disponer, sino como lo que realmente representan, una disminución valiosa de recursos materiales del proceso, recursos generados por la ineficiencia de las operaciones que repercuten en gastos económicos para las empresas de la industria química mexicana.

Se vuelve entonces fundamental cambiar el enfoque tradicional orientado de manera predominante sobre el control de la contaminación, visto como el tratamiento al "final del tubo", por un paradigma dedicado a minimizar y prevenir la contaminación ambiental en todas las áreas de oportunidad que se tienen en los distintos departamentos de las empresas del sector químico mexicano, que permita modificar el camino ecológico en la búsqueda de un desarrollo sustentable en el largo plazo.

En la presente tesis doctoral se ha concebido por primera vez un modelo estratégico integral de administración ambiental que hasta la fecha no había sido contemplado ni en la literatura especializada, ni en la academia, ni por los empresarios como un modelo organizacional que pudiera servir para conducir a la industria química hacia un desarrollo sustentable. En otras palabras, se ha propuesto un Sistema de Administración Estratégica Ambiental (SAEA) original que conjuga seis elementos básicos que hasta ahora han sido considerados de manera aislada, pero no en forma armónica, dentro de la temática ligada a la prevención de la contaminación, siendo dichos elementos:

- a Filosofía de excelencia ambiental corporativa.
- b Análisis del ciclo de vida del producto.
- c Administración de la calidad total vinculada a la prevención de la contaminación.
- d Uso de tecnologías limpias.
- e Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental.
- f Innovación tecnológica y empresarial.

El modelo de desarrollo sustentable para la industria química nacional propuesto, está soportado en una plataforma general constituida por la innovación tecnológica y empresarial, y apoyado en la filosofía de excelencia ambiental corporativa.

A lo largo de la tesis doctoral que nos ocupa, se han tratado con cierta amplitud los seis elementos que integran el Modelo SAEA, enfatizando en la medida de lo posible las bondades y ventajas que cada uno de ellos traería consigo al aplicarlos en las organizaciones mexicanas, a través de una asimilación y adaptación adecuada al entorno particular de cada empresa. Se han proporcionado objetivos y elementos básicos; indicadores de desempeño ambiental; lineamientos fundamentales; distintos ejemplos de aplicación; enfoques modernos de cómo se están utilizando estos principios en otras partes del mundo; medidas generales para prevenir la contaminación; doce áreas de oportunidad para abatir la contaminación dentro de las propias organizaciones, brindando recomendaciones específicas; criterios sobre productos ecológicos y mercadotecnia ambiental; y un análisis detallado de cómo poder implantar la innovación en las empresas mediante cinco factores claves: estrategia, proceso, recursos, organización y aprendizaje.

Se planteó como hipótesis el hecho de que el "Sistema de Administración Estratégica Ambiental" (SAEA) como nuevo modelo empresarial y ambiental, representa una herramienta de competitividad para las empresas de la industria química, que incrementa su productividad y rentabilidad. Para corroborar dicha hipótesis, así como los objetivos planteados de investigación, se desarrolló una metodología con una perspectiva cualitativa integrada por criterios de evaluación, mecanismo de calificación, formatos de evaluación y comparación cualitativa con una empresa líder (benchmarking). Dicha metodología es equivalente a la que se ha venido aplicando para seleccionar de forma anual desde 1999 a las empresas ganadoras del Premio Nacional de Tecnología, aunque con un enfoque original y orientada a prevenir la contaminación.

Se definieron y aplicaron cuarenta criterios de evaluación relacionados con los seis elementos que conforman el Modelo SAEA, estando nueve de ellos vinculados con los resultados de la empresa en cuanto a resultados financieros, resultados tecnológicos, currículum y trayectoria de la organización, y comunidad en la que opera, en función de su desempeño

ambiental en su conjunto. Se establecieron los criterios de ponderación ligados a las siete secciones en las que se dividieron los criterios de evaluación, teniéndose un total de 1000 puntos como máximo para la empresa que pudiera satisfacer en su totalidad los criterios establecidos. Es de destacar que los criterios a los que se asignó la mayor ponderación fueron los de "Uso de tecnologías limpias" y "Resultados de la empresa".

Dentro de los formatos de evaluación se desarrollaron seis cuestionarios guía con un total de setenta y una preguntas que permitieron detectar mediante las entrevistas a los directivos de las empresas seleccionadas, el grado de compromiso e involucramiento de la organización encuestada en cada uno de los elementos que integran el Modelo SAEA.

Se realizó una búsqueda bibliográfica de distintas fuentes con el propósito de identificar y seleccionar una empresa líder en su campo y por la magnitud de sus operaciones y resultados a nivel mundial, pero que además, a la fecha, haya demostrado un claro compromiso con el cuidado del medio ambiente, haciendo evidente que dispone de un sistema de administración ambiental. La empresa seleccionada con tales características fue la de British Petroleum – Amoco, la cual ha desarrollado un sistema denominado HSE (Health, Safety and Environmental Performance) que incluye trece elementos que en conjunto cubren todos los aspectos relacionados con el cuidado del medio ambiente, la salud y la seguridad industrial.

Se analizaron también dos organizaciones globales de mucho prestigio en el sector químico del mundo como son DuPont y Aventis (resultado de la fusión entre Hoechst y Rhone Poulenc), con grandes logros en términos de aplicaciones de los factores relacionados con los sistemas de administración estratégica ambiental. Desafortunadamente, la información disponible de dichas empresas no permitió realizar un análisis comparativo (benchmarking) más profundo y detallado.

Debe destacarse que al comparar de forma cualitativa el modelo original SAEA propuesto en la presente tesis contra el Sistema HSE de BP – Amoco se encontró una alta congruencia entre sus elementos, comprobando así la validez teórica-conceptual del Modelo SAEA y considerando que el mismo representa una aportación que puede llegar a tener gran valor si se aplicara por la mayoría de las empresas grandes del sector químico mexicano. Debe mencionarse también que el único elemento del Modelo SAEA que no aparece de forma clara y explícita en el Sistema HSE de BP – Amoco es el referente a la "Innovación tecnológica y empresarial".

Asimismo, se efectuó una comparación cualitativa de los seis elementos que integran el Modelo SAEA versus los mismos conceptos aplicados por las empresas BP Amoco, DuPont y Aventis, habiendo encontrado una

relevante concordancia entre los mismos, ya que BP Amoco y DuPont cumplen totalmente con tres de ellos y parcialmente con los otros tres; en tanto que Aventis cumple del todo con cinco elementos, y de manera parcial con el otro elemento. Esto, sin duda, refuerza la validez teórico – conceptual del modelo SAEA.

Con la finalidad de encontrar la evidencia y corroborar la hipótesis formulada en la presente tesis doctoral, dentro del contexto nacional y atendiendo al nicho de empresas grandes dentro de la industria química mexicana, se seleccionaron las compañías Celanese Mexicana, Pemex Gas, Pemex Refinación, Grupo Industrial Resistol (GIRSA), Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), Grupo Vitro y la empresa G. La selección realizada para tener una muestra representativa se hizo considerando que las empresas a estudiar fueran no sólo exitosas en cuanto a sus resultados económicos, comerciales y de mercado, sino también que hubieran destacado en los últimos años en su empeño por cuidar del medio ambiente.

Por los resultados que se muestran a continuación, se afirma que *la hipótesis de investigación planteada ha sido totalmente comprobada* puesto que las empresas que más se acercan a la idealidad propuesta por el Modelo SAEA son las que han cosechado los mayores beneficios en términos de resultados financieros, de imagen y de participación en el mercado, volviéndose mucho más competitivas.

Después de haber efectuado las encuestas a los directivos de las empresas grandes seleccionadas del sector químico mexicano, y de haber realizado la evaluación global de las mismas conforme a los elementos que integran el modelo organizacional de desarrollo sustentable para la industria química, se encontró que Grupo Girsas es el que obtuvo una mayor puntuación (928.8), seguido de Celanese Mexicana con 912.4 puntos, Pemex Gas con 877.0 puntos; Pemex Refinación con 731.9 puntos, y la ANIQ con 700.8 puntos. Debe mencionarse que no fue posible entrevistar a ejecutivos del Grupo Vitro, razón por la cual no pudo ser calificado como las otras organizaciones, aunque tiene un alto compromiso con el desarrollo sustentable mediante la aplicación de su sistema de administración ambiental (SAV) y otras estrategias. A su vez, la empresa G obtuvo una puntuación de 658.8, que la ubica con la menor calificación dentro de la muestra analizada de compañías.

Es necesario hacer algunos comentarios relacionados con dichas calificaciones finales: la calificación aparentemente baja de la ANIQ es debido a que se aplicó el 73% de avance general que tiene en la implantación de su programa de "Responsabilidad Integral". Para las cuatro empresas propiamente dichas, resulta bastante satisfactorio conocer que están realizando esfuerzos sobresalientes en la mayoría de los elementos del Modelo SAEA, quedando algo rezagada Pemex

Refinación. El promedio ponderado de 82% de la muestra representativa encuestada, indica que en su conjunto se tiene un compromiso e involucramiento satisfactorios con la prevención de la contaminación ambiental, resultando en implicaciones favorables económicas, comerciales y sociales para las empresas.

El elemento que obtuvo la mayor calificación promedio ponderada de la muestra con 92% fue el correspondiente a "Administración de la calidad total y prevención de la contaminación"; en segundo lugar resultaron los elementos "Filosofía de excelencia ambiental corporativa" y "Resultados de la empresa" con 86%; mientras que en tercer sitio quedaron "Análisis del ciclo de vida" y "Uso de tecnologías limpias" con 85%; en tanto que en la cuarta posición resultó "Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental" con 74%; en último sitio quedó el elemento de "Innovación tecnológica y empresarial" con 67%. Es de destacar que los "Resultados de la empresa" alcanzaron un valor promedio bastante aceptable, lo que representa que la prevención de la contaminación resulta fundamental para alcanzar mejores resultados tanto financieros como tecnológicos, así como de trayectoria para la organización y su relación con la comunidad.

Uno de los aspectos que difieren de lo propuesto por el Modelo SAEA, dentro de lo que considera la "Filosofía de excelencia ambiental corporativa" como un aspecto fundamental para las empresas es la planeación a largo plazo, ya que de ello dependen las decisiones que han de definir su futuro. En la muestra seleccionada se refleja como un aspecto poco desarrollado, ya que el interés primordial es cumplir con metas inmediatas que dan solución a problemas en el corto plazo; no obstante, se reconoce que la planeación a largo plazo cobra importancia para permanecer en el mercado y como herramienta para diseñar su propio futuro.

En cuanto al "Análisis del ciclo de vida del producto", la concepción que tienen las empresas es de que al día de hoy representa un enfoque poco aplicable, es decir, alejado de la concepción básica "desde la cuna hasta la tumba" o más aún "desde la cuna hasta la cuna". Las empresas tienen un concepto parcial sobre este elemento y por lo tanto, se estima que no están realizando lo suficiente ya que la mayoría elabora productos intermedios; sin embargo, se piensa que es posible acotar las responsabilidades de acuerdo con la razón de ser de la misma organización y a través de la cadena de producción, al definir el alcance del análisis considerando su interacción y responsabilidad en cuanto a las distintas etapas involucradas en el "Análisis del ciclo de vida del producto" que inicia desde la selección de las materias primas y termina con la disposición final o reciclado del producto.

En cuanto al vínculo entre la "Administración de la calidad total" y la "Prevención de la contaminación" la mayor parte de la muestra

seleccionada cuenta ya con un proceso integrado que le permite mantener un solo sistema que contempla ambos conceptos, reconociendo en el proceso una experiencia positiva que se refleja económicamente.

El "Uso de tecnologías limpias" ha representado para las empresas seleccionadas una exigencia competitiva, ya sea económica o de carácter normativo, cuyos resultados han impactado positivamente en la prevención de la contaminación.

Al analizar los resultados obtenidos es de hacer notar que al considerar uno a uno los diferentes elementos que conforman el Modelo SAEA, dos de ellos no presentan un avance equiparable a los demás; sin embargo, en ellos es precisamente donde se encuentra la mayor aportación del modelo propuesto.

El primer elemento que presenta un menor porcentaje de cumplimiento es la "Innovación tecnológica y empresarial", donde las empresas están iniciando esfuerzos por integrar un sistema formal, ya que la innovación se da en las organizaciones pero no se aprovecha al máximo porque los esfuerzos y avances son aislados y no se cuenta con una estructura que permita capturar los beneficios a lo largo y ancho de las empresas. El objetivo de la innovación, de acuerdo con lo propuesto por el Modelo SAEA, es crear o agregar valor a los productos o servicios, sin descuidar la prevención de la contaminación en todas las operaciones que se realizan.

El otro elemento por debajo del cumplimiento promedio del modelo corresponde a "Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental", lo observado en las empresas es que aún cuando se hace un esfuerzo constante por mejorar la calidad de los productos y contar con procesos cada vez más eficientes, buscando un mayor aprovechamiento energético y de recursos, con un enfoque de prevención de la contaminación, desde el punto de vista de mercadotecnia ambiental no se explotan las bondades y características de los productos. La opinión general es que en México no se cuenta con una cultura ecológica que permita a los consumidores considerar aspectos ambientales en la selección de los productos, esta concepción les impide reconocer la oportunidad que tienen desde ahora para tomar la iniciativa y comenzar a trabajar en esa cultura ecológica que les permitirá obtener ventajas sobre sus competidores y asegurar su permanencia en el mercado, aprovechando los esfuerzos ya realizados y contribuyendo así en la creación de valores que permitan la preservación del medio ambiente y la conservación de recursos para las generaciones futuras, lo que representa precisamente el valor central del desarrollo sustentable.

En la parte final de la evaluación, al hacer la comparación cualitativa de las empresas seleccionadas contra el Modelo SAEA, se encontró que las

compañías que cumplen a plena satisfacción contra los elementos del Modelo SAEA son Pemex Gas y Grupo Girsá. La empresa Celanese Mexicana cumple de forma satisfactoria en cinco de los elementos, y en el elemento restante cumple medianamente. Tanto Pemex Refinación como la ANIQ cumplen pero de manera no satisfactoria, es decir, apenas medianamente. Resultados menos satisfactorios son los que muestra la empresa G.

En cuanto a la comparación cualitativa referida a BP – Amoco como empresa líder, se hace evidente que al compararse contra los trece elementos del Sistema HSE, el Grupo Girsá es el mejor clasificado al satisfacer doce elementos de forma satisfactoria y el restante, medianamente. En segundo término, aparecen Celanese Mexicana y Pemex Gas, cumpliendo satisfactoriamente con once elementos, y con dos de ellos cumplen de manera mediana. Al igual que en la comparación previa, tanto Pemex Refinación como la ANIQ se quedan rezagados. De igual manera, la empresa G es la más atrasada con respecto a la organización líder.

Al hacer la comparación cualitativa de BP Amoco contra los elementos del Modelo SAEA, se encontró que dicha organización de clase mundial cumple de manera satisfactoria con todos los elementos del modelo en estudio. *Esto confirma que la empresa líder seleccionada se desempeña cabalmente siguiendo la filosofía, políticas, estrategias y acciones propuestas por el modelo integral de desarrollo sustentable propuesto.*

Tomando como evidencia las calificaciones encontradas en las empresas encuestadas, y que vinculan el efecto directo o indirecto de prevenir la contaminación con resultados financieros, tecnológicos, de trayectoria de la organización y de su relación con la comunidad en la que opera, *se considera que la hipótesis planteada en la presente tesis doctoral ha sido plenamente demostrada.* Esta afirmación está basada no sólo en la calificación promedio obtenida de 86% para el rubro de "Resultados de la empresa", sino también porque todos los directivos entrevistados estuvieron de acuerdo en que el hecho de tomar muy en serio la prevención de la contaminación conduce a reducir costos, hacer un uso más eficiente de los recursos y mejorar la rentabilidad de la empresa en su conjunto, dentro de un contexto de aplicación de la filosofía del desarrollo sustentable a las actividades de los negocios.

Con el propósito de que las empresas encuestadas pudieran reducir sus principales brechas con respecto al ideal formulado por el Modelo SAEA, se recomienda que en función del diagnóstico encontrado en la presente investigación y conociendo la situación actual que guarda cada una de las compañías estudiadas, se pudiera platicar con sus directivos para poderles señalar en dónde se encuentran ubicadas sus organizaciones en cuanto al modelo integral de desarrollo sustentable propuesto, y cómo

podrían disminuir las brechas identificadas en términos de lo planteado a nivel teórico y práctico por cada uno de los elementos que constituyen el citado modelo. Se podría también darles una serie de consejos sobre cómo implantar, elemento por elemento, el modelo integral dentro de sus empresas.

Debe destacarse que el Modelo SAEA propuesto en la presente investigación, además de ser integral y de carácter estratégico, puede ser aplicado a las empresas grandes del sector químico mexicano, cuyos directivos estén plenamente convencidos de que la prevención de la contaminación representa un factor fundamental que conduce a transformar el paradigma cultural dentro de la organización orientándolo hacia el desarrollo sustentable, y posteriormente conduce a lograr una mejor rentabilidad y competitividad general en los mercados, así como una mejor imagen ante la sociedad.

De las lecciones aprendidas durante el desarrollo de esta tesis y al observar el comportamiento de las empresas encuestadas, puede resaltarse que es posible establecer una ruta de aprendizaje en materia ambiental en las organizaciones que les permita evolucionar de manera gradual hacia un desarrollo sustentable, adoptando por etapas los distintos elementos que conforman el Modelo SAEA propuesto. Es decir, pudiera iniciarse por establecer una "Filosofía de excelencia ambiental corporativa" y por aceptar las bondades del "Análisis del ciclo de vida del producto", seguido por la implantación de una cultura de "Prevención de la contaminación" aprovechando la ya avanzada comprensión de la "Administración de la calidad total", continuando con la puesta en práctica de las diversas acciones que pueden realizarse en torno al mejor "Uso de tecnologías limpias" y prosiguiendo con un esfuerzo dirigido a ofrecer "Productos ecológicos" soportados en una estrategia de "Mercadotecnia ambiental". Es muy importante señalar que las distintas fases del proceso de evolución sugerido para las empresas debiera ir acompañado desde el inicio de un esfuerzo persistente que impulse la "Innovación tecnológica y empresarial" en toda la organización.

Se considera que una aportación adicional de la investigación realizada consiste en haber integrado una herramienta que permita a los directivos de empresas de la industria química abatir la contaminación, haciendo un mejor uso de los recursos disponibles, y con ello incrementando la eficiencia de sus operaciones, a la vez que se mejora la rentabilidad y competitividad de sus organizaciones.

La metodología propuesta puede servir de orientación para realizar, primero, un autodiagnóstico de la situación actual de la empresa mediante la aplicación de los cuestionarios - guía preparados para cada uno de los seis elementos que conforman el Modelo SAEA. Existe también el respaldo teórico que se brinda en los capítulos escritos en la tesis sobre

los elementos mencionados, citándose además bastantes referencias que pueden utilizarse como fuentes adicionales de consulta. Asimismo, los criterios de evaluación proporcionan una guía invaluable al señalar las áreas de oportunidad vinculadas a cada elemento del Modelo SAEA, a las cuales los directivos debieran dirigir sus mejores esfuerzos. Luego, los criterios de ponderación señalan los pesos relativos de la importancia de cada elemento en el conjunto, lo que permitirá ubicar mejor a los directivos en el contexto general de la problemática ambiental en sus compañías.

En resumen, se piensa que otra aportación de la investigación consiste en poner a disposición de los directivos de la industria química una metodología integrada de relativa fácil implantación, siempre y cuando dicha implantación se dé en forma secuencial atendiendo a la ruta teórica propuesta en el Modelo SAEA.

Con el propósito de lograr una mayor aplicación del Modelo SAEA en las compañías del sector químico mexicano, se propone el plan de implantación que sigue:

- Difusión de las bondades del Modelo SAEA mediante la edición de un libro de referencia.
- Convencimiento a ejecutivos a través de asociaciones como Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ), Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), etc.
- Ofrecimiento de conferencias y cursos en instituciones y empresas.
- Preparación del cuerpo directivo de las organizaciones.
- Elaboración de diagnósticos por empresa.
- Implantación del Modelo SAEA.
- Seguimiento y retroalimentación hasta alcanzar éxitos tangibles.
- Ofrecimiento de consultoría especializada.
- Formación de una firma de consultoría sobre desarrollo sustentable para la industria química.

La aplicabilidad y efectividad del modelo estratégico ambiental planteado sólo se probó en grandes empresas del sector químico mexicano; no obstante, se considera que el mismo Modelo SAEA puede ser totalmente aplicable a pequeñas y medianas empresas, no únicamente del sector químico, sino también para organizaciones de otros sectores industriales. Esta aseveración está fundamentada en el hecho de que cada uno de los elementos que constituyen el modelo tienen por sí solos un campo de aplicación prácticamente universal porque sus principios no se concretan de manera exclusiva para ser utilizados sólo en la industria química; es decir, su aplicabilidad y efectividad son comunes para cualquier tipo de industria. Aunque sí es necesario enfatizar que habría que hacer las adaptaciones requeridas a cada elemento a fin de que resultase más efectivo en su aplicación, dependiendo de los factores y características

propias de cada empresa y sector en particular donde se quisiera aprovechar. Se tiene conciencia de que el problema para alcanzar resultados exitosos con este tipo de investigaciones radica principalmente en la forma de cómo poder implantarlas en las propias empresas.

Se considera que tomando como base el trabajo efectuado en esta tesis doctoral, se pueden abrir nuevos campos de investigación estudiando con mayor detalle, por ejemplo, cómo algunos directivos de alto nivel dentro de las organizaciones pudiesen tomar el papel de líderes en el área ambiental y conducir a las empresas hacia un camino de desarrollo sustentable; aquí se sugiere analizar la formación, personalidad, visión y comprensión de las esferas económicas, ecológicas, energéticas, éticas y educativas de esos directivos que pudiesen ser motivo de estudio. Otra área de investigación pudiese ser la referente a cómo la cultura y los valores de los empleados y trabajadores que integran una empresa pueden constituir un factor de impulso, o bien, un obstáculo hacia la prevención de la contaminación. Otra investigación que pudiese resultar sumamente interesante sería la de analizar con mayor profundidad cómo un sistema formal de innovación puede llegar a promover no sólo el cuidado al medio ambiente, sino también a conseguir mejores resultados en las diversas áreas de la organización. No cabe duda que dichas investigaciones arrojarían nueva luz que permitiera encontrar soluciones más adecuadas a los distintos entornos de las personas y las empresas, dirigida a obtener mejores resultados pragmáticos en la prevención de la contaminación.

Finalmente, en lo personal me gustaría hacer algunas reflexiones referentes a lo que aprendí durante el desarrollo de la presente investigación.

Pero antes de ello, quisiera decir que mi interés por el tema de la protección al medio ambiente nació en mí hace más de 25 años por haber vivido en carne propia la dura experiencia de haber sido ingeniero de producción de una planta de proceso, dónde se producían acrilonitrilo, ácido cianhídrico, acetonitrilo y otros compuestos tóxicos, que en su conjunto calificaban a dicha planta como la más peligrosa y contaminante en México. En dichas instalaciones, se tenía una compleja sección de tratamiento de efluentes tóxicos, la cual desafortunadamente no siempre operaba bajo las mejores prácticas, por lo que muchas veces se contaminaba al medio ambiente de manera severa. Posteriormente, me tocó ser responsable del desarrollo de las ingenierías básica y de detalle de una planta de tratamiento de derivados clorados. Más tarde, me ví involucrado en una serie de proyectos relacionados con la prevención de la contaminación provocada por las operaciones de producción de plantas petroquímicas y de refinación de petróleo. Todo esto en su conjunto, hizo que cambiara mi forma de pensar, transformando mi visión como ingeniero, desde un enfoque meramente productivo a uno de pleno respeto por la naturaleza con la que convivimos día a día.

Durante varios años estuve estudiando y pensando la forma en que pudiera plantear un modelo de administración ambiental que permitiera de manera integral y dinámica plasmar muchos de los conocimientos que ya se venían estudiando y aplicando de manera parcial y aislada tanto en la academia como en la industria. Al iniciar mi doctorado en ciencias de la administración, me percaté que tenía la oportunidad de tratar de plantear el Modelo SAEA que he propuesto en la presente investigación. Quisiera ser honesto y mencionar que cuando yo concebí dicho modelo teórico, pensé que sería muy difícil encontrar en nuestro país empresas que se adaptaran a los diversos elementos que constituyen el Modelo SAEA. Por fortuna, al término de la investigación, descubrí con bastante satisfacción que en México sí existen varias empresas que han realizado esfuerzos muy serios y notables durante los últimos años para poderse integrar al nuevo enfoque de desarrollo sustentable que les permitirá ser cada vez más rentables y competitivas ante el reto cada vez más exigente de los mercados internacionales. Considero que las empresas analizadas en esta investigación representan una buena muestra de ese esfuerzo al que hago referencia.

Me siento sumamente satisfecho y orgulloso de poder aportar un modelo organizacional de un sistema de administración estratégica ambiental que pueda servir de guía para que muchas de las empresas mexicanas puedan iniciar o avanzar en el camino hacia un desarrollo sustentable en el mediano y largo plazos, beneficiándose en los aspectos ecológicos, tecnológicos, comerciales, financieros, de imagen y competitividad en su conjunto.



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Del Río, S. R., "Tecnología y Desarrollo Sustentable - Nuevo Paradigma", Monitec, Vol. 3, No. 5, Enero 1997, pp. 6-9.
2. Del Río, R., "New Paradigm to Intertwine Energy, Ecology, Economics, and Education Towards a Sustainable Development", 7th International Conference on Management of Technology, Orlando, Florida, USA, Feb. 1998.
3. Del Río, R., Rivero, R., "The Role of Exergy in the Technological Strategy of a Petroleum Refining Company. Towards a Sustainable Development" in "Efficiency, Costs, Optimization, Simulation and Environmental Aspects of Energy Systems and Processes", Vol. I (ISBN: 2-905-267-29-1), A. Bejan, M. Feidt, M.J. Moran & G. Tsatsaronis, editors, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy 1998, pp. 349-356.
4. Rivero, R., and Del Río, R., "An Advanced Technological Strategy for Energy and the Environment", Strategic Planning for Energy and the Environment, USA, Vol. 19, No. 3, 2000.
5. Considine, D. M. (ed.), "Chemical and Process Technology Encyclopedia", Mc Graw Hill, 1974.
6. Graedel, T. E. and Allenby, B. R., "Industrial Ecology", Prentice Hall, 1995.
7. U.S. Environmental Protection Agency, "Environmental Protection Agency Pollution Prevention Directive", May 13, 1990.
8. Kolluru, R. V., (ed), "Environmental Strategies Handbook: A Guide to Effective Policies and Practices", Mc Graw Hill, New York, 1994.
9. Waste Minimization-Opportunity Assessment Manual, EPA, 1988.
10. Hirschhorn, J. S., "Business and the Environment" Chapter 2 in Kolluru, R. V., Environmental Strategies Handbook, Mc Graw Hill, 1993.
11. Freeman, H. M. (ed), "Industrial Pollution Prevention Handbook", Mc Graw Hill, New York, 1995.
12. Freeman, H. M. (ed.), "Hazardous Waste Minimization", Mc Graw Hill, New York, 1990.

13. "Improving Performance in the Chemical Industry: Ten Steps for Pollution Prevention", Chemical Manufacturers Association, Washington, D. C.
14. Buchholz, R., "Principles of Environmental Management: The Greening of Business", Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nd, 1993.
15. Theodore, L. and Mc Guinn, Y.C., "Pollution Prevention", Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.
16. Baker, G. E., "Pollution Prevention and Total Quality Management", Chapter 9 in Freeman, H. M., op. cit. in Ref. 8.
17. Denny, D., "Agile Manufacturing", Chapter 11 in Freeman, H. M., op. cit in Ref. 8.
18. Molak, V., "Application of Risk Analysis to Set Pollution Prevention Priorities", Chapter 14 in Freeman, H. M., op. cit. In Ref. 8.
19. Keoleian, G. A., "Pollution Prevention through Life-Cycle Design", Chapter 18 in Freeman, H. M., op. cit. in Ref. 8.
20. Vigon, B., "Life-Cycle Assessment", Chapter 19 in Freeman, H. M., op. cit. in Ref. 8.
21. Bringer, R. P. And Benfordo, D. M., "Pollution Prevention and Total Quality Management", Chapter. 6 in Kolluru, R. V., op. cit. in Ref. 5.
22. Kolluru, R: V., "Risk Assessment and Management", Chapter 11 in Kolluru, R. V., op. cit. in Ref. 5.
23. Henn, C. L. And Fava, J. A., "Life Cycle Analysis and Resource Management", Chapter 14 in Kolluru, R. V., op. cit. in Ref. 5.
24. Schmidheiny, S. and Business Council for Sustainable Development, "Changing Course: A Global Business Perspective on Business and the Environment", MIT Press, Cambridge, 1992.
25. Arthur D. Little Inc., "Sustainable Development: How Real, How Soon, and Who's Doing What", Prism, Fourth Quarter, 1998.
26. Corbitt, R. A. (ed.), "Standard Handbook of Environmental Engineering", Mc Graw Hill, 1990.
27. Arthur D. Little Inc., "Seizing Strategic Environmental Advantage: A Life Cycle Approach", Cambridge, Mass, 1991.

28. Office of Technology Assessment, U. S. Congress, "Green Products by Design, Choices for a Cleaner Environment", Sept., 1992.
29. Silverstein, M., "Environmental Economic Revolution", St. Martin's Press, New York, 1993.
30. United Nations Centre on Transnational Corporations (UNCTC), "Criteria for Sustainable Development Management", New York, 1991.
31. Corson, W. H., (ed.), "The Global Ecology Handbook", Beacon Press, Boston, Mass., 1990.
32. Costanza, R. (ed.), "Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability", Columbia University Press, New York, 1991.
33. World Commission on Environment and Development, "Our Common Future", Oxford University Press, New York, 1987.
34. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), "Technology and the Economy- The Key Relationships", Paris, 1992.
35. Oliver, J.J., and Anthony, D.B., "Pollution Prevention – A Global Perspective", Hydrocarbon Processing, Nov. 1994.
36. PEMEX, Memorias de Labores, 1995 a 2001. Informe 2001 de Pemex sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
37. Arthur D. Little, Inc., "Realizing the Sustainable Development Premium", Prism, First Quarter, 2000.
38. Arthur D. Little, Inc., "Achieving Environmental Excellence: Ten Tools for CEO", The Best of Prism, 1993.
39. Arthur D. Little, Inc., "Improved Products through Design for Environment Tools", The Best of Prism II, 1996.
40. Keoleian, G.A., and Menerey D., "Life Cycle Design Guidance Manual: Environmental Requirements and the Product System", EPA/600/R-92/226, U.S. EPA, 1993.
41. Gause, D.G., and Weinberg, G.M., "Requirements: Quality before Design", Dorset House, New York, 1989.

42. U.S. Environmental Protection Agency, "Life Cycle Design Guidance Manual: Environmental Requirements and the Product System", EPA 600/R-92/226.
43. Whitney, D.E., "Manufacturing by Design", Harvard Business Review, July –August, 1988.
44. Keoleian, G. and Dan Menerey, "Sustainable Development by Design: Review of Life Cycle Design and Related Approaches", Journal of Air and Waste Management Association, 44 (5): 645 – 648, 1994.
45. Drummond, H., "The Quality Movement", Kogan Page Limited, London, 1992.
46. Dale, B.G. (ed)., "Managing Quality", Prentice Hall, UK, Second Edition, 1994.
47. Wille, E., "Quality: Achieving Excellence", The Sunday Times-Business Skills Series, 1992.
48. Deming, W.E., "Quality, Productivity, and Competitive Position", MIT-Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, Mass., 1982.
49. U.S. Environmental Protection Agency, "Facility Pollution Prevention Guide", EPA/600/R-92/088, May 1992.
50. Mobley, T., "Turning Maintenance Dollars into Bottom-Line Profits", CPI Equipment Reporter, May – June, 1988.
51. Mulholland, K.L. and Dyer, J.A., "Reduce Waste and Make Money", Chemical Engineering Progress, January 2000.
52. Early, W.F. and Edison, M.A. "Design for Zero Releases", Hydrocarbon Processing, August 1990.
53. Nelson, K.E., "Process Modifications that Reduce Waste", AIChE, 1991.
54. Berglund, R.L. and Snyder, G.E., "Minimize Waste During Design", Hydrocarbon Processing, April 1990.
55. Allenby, B.R. and Fullerton, A., "Design for Environment – A New Strategy for Environmental Management", Pollution Prevention Review, Winter 1991-1992.

56. Chemical Manufacturers Association, "Designing Pollution Prevention into the Process: Research, Development, and Engineering", CMA, May 1993.
57. Illman, D.L., "Green Technologies Present Challenge to Chemists", Chemical and Engineering News, Sept.6, 1993.
58. Breen, J.J., and Dellarco, M.J., "Pollution Prevention in Industrial Processes: The Role of Process Analytical Chemistry", ACS, Series 508, 1992.
59. Rase, H.F., "Chemical Reactor Design of Process Plants", 2 vols., Wiley, New York, 1977.
60. Levenspiel, O., "Chemical Reaction Engineering", 2d ed., Wiley, New York, 1992.
61. Smith, J. M., "Chemical Engineering Kinetics", 3d ed., McGraw Hill, New York, 1981.
62. Walas, S.M., "Reaction Kinetics for Chemical Engineers", McGraw Hill, New York, 1959.
63. King, J., "Separation Processes", McGraw Hill, New York, 1971.
64. Winston, W.S., and Sirkar, K. (eds.), "Membrane Handbook", Chapman & Hall, 1992.
65. Perry, R.H., Green, D.W., and Maloney, J.O., "Perry's Chemical Engineers' Handbook", McGraw Hill, New York, 1984.
66. American Chemical Society, "Laboratory Waste Management, a Guidebook", ACS Books, 1993.
67. Ashbrook, P., Klein-Banay, C., and Maier, Ch., "Pollution Prevention in Laboratories: The How-to Guide", University of Illinois, 1992.
68. National Research Council, "Prudent Practices for Disposal of Chemicals from Laboratories", National Academic Press, 1983.
69. Tropp, R.I., "More Efficient Turnarounds", Hydrocarbon Processing, January 1986.
70. Berglund, R.L., and Lawson, C.T., "Pollution Prevention in the CPI", Chemical Engineering, Sept.18, 1991.

71. Hyland, R.P., "Environmental and Maintenance: Strategies for the 1990's", Hydrocarbon Processing, May 1991.
72. Oil & Gas Journal, "Refiners Focus on Modern Maintenance Techniques", January 1, 1990.
73. Considine, D.M. (ed.), "Encyclopedia of Instrumentation and Control", McGraw Hill, New York, 1971.
74. Murrill, P.W., "Application Concepts of Process Control", ISA Publications, 1988.
75. Down, R. D., "Environmental Control Systems", ISA Publications, 1992.
76. National Office Products Association, "Resource Guide to Office "Products Manufacturers' Recycling Programs and Products", USA, 1991.
77. Commission on Environmental Quality – Solid Waste Task Force, "Workplace Waste Reduction Guide", US. Government, 1993.
78. Eisenhauer, J., and McQueen, S., "Environmental Considerations in Process Design and Simulation", CWRT – AIChE, 1993.
79. Doerr, W.W., "Plan for the Future with Pollution Prevention", Chem. Eng. Progress, Vol. 89, No. 1, 1993.
80. Venkataramani, E.S., House, M.J., and Bacher, S., "An Expert System Based on Environmental Assessment System", Merck & Co., 1990.
81. Culp, R.L., "Treatment Processes to Meet Water Reuse Requirements", Water / Engineering & Management, 1991.
82. Metcalf & Eddy, Inc., "Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater", New York, 1981.
83. Metcalf & Eddy, Inc. "Wastewater Engineering; Treatment, Disposal, and Reuse", New York, 1991.
84. Landvater, D.V., "World Class Production and Inventory Management", Oliver Wright Publications, 1993.
85. Oden, H. W., Langenwalter, G.A., and Lucier, R.A., "Handbook of Material and Capacity Requirements Planning", McGraw Hill, 1993.

86. Organization for Economic Cooperation and Development, "Environmental Labelling in OECD Countries", OECD, Paris, 1991.
87. Thompson Publishing Group, "Environmental Packaging: U.S. Guide to Green Labelling, Packaging, and Recycling", Washington, D.C., 1993.
88. Arthur D. Little, Inc., "Findings of the Arthur D. Little Global Survey on Innovation", 1997.
89. Burgelman, R.A., Maidique, M.A., and Wheelwright, S.C., "Strategic Management of Technology and Innovation", Ed. Irwin, 1995.
90. Tushman, M.L., and Anderson, P., "Managing Strategic Innovation and Change", Oxford University Press, 1997.
91. Schumpeter, J., "Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process", Mc Graw Hill, New York, 1939.
92. Corona, T. L., "Teorías Económicas de la Innovación Tecnológica", IPN – UNAM, 2002.
93. Corona, T. L., "Tecnología, Innovación y Ciclos Económicos", IPN – UNAM, 2002.
94. Corona, T. L., "Innovación Tecnológica y Economía Institucional", IPN – UNAM, 2002.
95. Drucker, P.F., "Innovation and Entrepreneurship", Pan Books Ltd., London, 1986.
96. Henry, J., and Walker, D., "Managing Innovation", Sage Publications Ltd., London, 1991.
97. Kanter, R. M., Kao, J., and Wiersema, F., "Innovation", Harper Business, 1997.



ANEXO

- Carta de Solicitud de Encuestas -

M.C. ROBERTO DEL RÍO SOTO
UXMAL 413
COL. NARVARTE, 03020
MÉXICO, D. F.

COMPAÑÍA ABC
SR. _____
DIRECTOR DE
PRESENTE

Fecha _____

Estimado Sr. _____

El objetivo de la presente comunicación es informar a usted que estamos realizando unas encuestas en compañías mexicanas de la industria química, destacadas en abatir y prevenir la contaminación, con la finalidad de probar las bondades de un "Modelo organizacional de un sistema de administración estratégica ambiental", tema central de mi tesis de doctorado en ciencias de la administración, que desarrollo en la UNAM.

Considerando que su empresa se ha distinguido en actividades relacionadas con la prevención de la contaminación industrial, mucho nos gustaría nos diese la oportunidad de aplicar las encuestas que se detallan en la hoja anexa, no dudando que las mismas ayudarán a sus directivos a actualizarse en la materia.

No omito mencionar a usted que toda la información y datos recabados de su empresa serán tratados con la debida confidencialidad y ética profesional.

En espera de su respuesta favorable a la presente solicitud, le envío un afectuoso saludo.

Atentamente,

M.C. Roberto Del Río Soto

MODELO ORGANIZACIONAL DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA AMBIENTAL

- Programa de Aplicación de Encuestas -

Encuesta	Aplicada a (*):	Tiempo requerido
1. Excelencia ambiental corporativa	Director y/o Gerente General	30-45 min.
2. Análisis del ciclo de vida del producto	Gerentes de Producción y Comercial	20-25 min.
3. Administración de la calidad total y prevención de la contaminación	Gerentes de Calidad, Producción y Protección Ecológica	15-20 min.
4. Uso de tecnologías limpias	Gerentes de Diseño (o Ingeniería), Producción, Laboratorio, Mantenimiento y Materiales	70-90 min.
5. Productos ecológicos y mecatotecnia ambiental	Gerentes de Mercadotecnia, Distribución	15-20 min.
6. Innovación tecnológica y empresarial	Director y/o Gerente General	20-25 min.

* Nota: Las encuestas se efectúan de manera simultánea con el grupo de directivos indicados en cada caso. La información y datos proporcionados se tratan de forma confidencial.

RDRS

FILOSOFÍA DE EXCELENCIA AMBIENTAL CORPORATIVA**-Cuestionario parcial sobre el Modelo SAEA-**

-Favor de marcar la respuesta más cercana a su situación con una X.

1. ¿En su organización, a qué nivel jerárquico se ubican las funciones relacionadas con la administración del medio ambiente?

Alta dirección Gerencia media Supervisores

2. ¿Existen políticas y procedimientos ecológicos claramente definidos por los ejecutivos?

Sí No No sé

3. ¿Se tiene un grupo responsable dentro de la empresa que se encargue de dar solución a los problemas ecológicos?

Sí No Lo desconozco

4. ¿Se dispone de un sistema de comunicación que permita compartir información y conocer la situación de la problemática ambiental en la compañía?

Sí No No sé

5. ¿Se cuenta con un sistema formal para identificar peligros potenciales y evaluar riesgos ecológicos?

Sí No Lo ignoro

6. ¿Sabe Ud. si se cuenta con un programa de acción para atender emergencias ambientales?

Sí No Lo desconozco

7. ¿Conoce Ud. si existe una cartera de proyectos ecológicos dirigida a evitar o prevenir la contaminación?

Sí No No sé

8. Si su respuesta previa fue "Sí", por favor mencione al menos tres proyectos ecológicos importantes:

- a) _____
b) _____
c) _____

9. En la empresa, ¿se dispone de algunos indicadores o parámetros para medir el desempeño ecológico?

Sí No No estoy enterado

10. Si su respuesta anterior fue positiva, indique al menos tres de los indicadores ecológicos utilizados:

- a) _____
b) _____
c) _____

11. ¿Qué grado de prioridad considera Ud. se da a la prevención de la contaminación dentro de la empresa?

Prioridad alta Prioridad media Prioridad baja

12. ¿Existe un proceso implantado de mejora continua para abatir o disminuir la contaminación ecológica en su organización?

Sí No No sé

13. ¿Cree Ud. que se ha venido educando y motivando adecuadamente a los empleados a fin de que se sumen en el esfuerzo de prevención de la contaminación?

Sí No Lo ignoro

14. Recientemente, ¿se están o se han desarrollado productos y/o servicios ecológicos, de mínimo impacto ambiental?

Sí No Lo desconozco

15. ¿Considera Ud. que la empresa aconseja y educa apropiadamente a sus distribuidores, consumidores y público en general sobre el uso y disposición de sus productos?

Sí No No tengo idea

16. ¿Estima Ud. que las instalaciones industriales de su organización están diseñadas para hacer un uso eficiente de recursos y materiales con el mínimo de impacto ambiental?

Sí No No sé

17. ¿Sabe Ud. si se está promoviendo la adopción de las políticas y principios ecológicos de la organización con sus contratistas y proveedores?

Sí No Lo ignoro

18. ¿Se están realizando algunas investigaciones tendientes a minimizar los impactos ambientales de materias primas, productos o procesos?

Sí No Lo desconozco

19. Si su respuesta anterior fue positiva, por favor cite al menos tres de dichas investigaciones:

- a) _____
b) _____
c) _____

20. ¿Se efectúan de manera regular auditorías ecológicas a las distintas instalaciones de la empresa?

Sí No No sé

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO**- Cuestionario parcial sobre el Modelo SAEA -**

- Favor de marcar la respuesta más cercana a su situación con una **X**.

1. ¿En su empresa, se considera el concepto "ciclo de vida del producto" orientado a prevenir la contaminación debido a los impactos ambientales que puede llegar a ocasionar el producto en las distintas etapas de su vida?

Sí No Lo desconozco

2. Se afirma que la meta fundamental del diseño del ciclo de vida es promover el desarrollo sustentable, ¿es ésta la concepción que se tiene en su organización?

Sí No No lo sé

3. ¿Al desarrollar nuevos productos, se examina el ciclo completo de vida de los mismos desde la adquisición de materias primas hasta el destino final de los residuos?

Sí No Lo ignoro

4. En su caso, los requerimientos ambientales de los productos nuevos, ¿se incorporan desde el inicio de su diseño?

Sí No No tengo idea

5. ¿En su compañía, se tratan de manera integrada el diseño del producto y el diseño del proceso a fin de reducir los impactos ambientales asociados con el sistema completo del producto?

Sí No No lo sé

6. ¿En otras palabras, se practica en su organización el diseño concurrente de los componentes del sistema de nuevos productos, esto es: producto, proceso, distribución e información?

Sí No Lo desconozco

USO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS - Prevención de la Contaminación -

Cuestionario parcial sobre Modela SAEA •

-.Favor de marcar la respuesta más cercana a su situación con una X

1. ¿Podría usted indicar si en su empresa se han estado identificando áreas de oportunidad para abatir o prevenir la contaminación?

Sí No Lo ignoro

2. Mejores prácticas operativas. ¿Se han implantado procedimientos operativos mejorados ligados a la prevención de la contaminación?

Sí No No sé

3. Si la respuesta anterior es positiva por favor mencione al menos tres de las mejores prácticas operativas implantadas:

a) _____
b) _____
c) _____

4. Desarrollo y diseño del proceso. ¿Se han orientado esfuerzos para abatir la contaminación desde la etapa de desarrollo y diseño del proceso?

Sí No Lo desconozco

5. Si la respuesta previa es positiva, por favor indique al menos tres de las acciones que se han tomado en el desarrollo y diseño del proceso:

a) _____
b) _____
c) _____

6. Química del proceso. ¿Desde la fase conceptual ligada a la experimentación en laboratorio se han hecho consideraciones tecnológicas para minimizar la formación de desechos?

Sí No No tengo idea

7. De ser positiva la respuesta previa , por favor cite al menos tres de las medidas tomadas durante la fase de estudio de la química del proceso:

- a) _____
b) _____
c) _____

8. Diseño de reactor (es). ¿Durante el diseño y selección de reactores se visualizaron criterios para abatir la generación de desechos?

Sí No Lo ignoro

9. Si la respuesta anterior es positiva, por favor señale al menos tres de los factores considerados en el diseño de los reactores:

- a) _____
b) _____
c) _____

10. Operaciones en laboratorio. ¿Se han estado tomando acciones concretas en la realización de operaciones en el laboratorio para generar el mínimo de residuos?

Sí No No sé

11. De haber sido positiva la respuesta previa, por favor indique al menos tres de las acciones efectuadas:

- a) _____
b) _____
c) _____

12. Tecnología de separación. ¿En referente a las tecnologías de separación utilizadas en el proceso, se ha efectuado medidas específicas para abatir los contaminantes?

Sí No Lo desconozco

13. Si la respuesta anterior es positiva, por favor cite al menos tres de las acciones realizadas en la etapa de separación – purificación de los productos:

- a) _____
b) _____
c) _____

14. Operaciones en mantenimiento. ¿Durante las actividades asociadas con el mantenimiento de la planta, se han ejecutado acciones específicas para reducir los desechos?

Sí No No tengo idea

15. De haber resultado positivo la respuesta previa, por favor señale al menos tres de las medidas tomadas durante el mantenimiento de las instalaciones:

a) _____
b) _____
c) _____

16. Control del proceso. ¿Se han considerado métodos apropiados de instrumentación y control para lograr un control más eficiente del proceso y abatir la formación de contaminantes?

Sí No Lo ignoro

17. Si la respuesta anterior es positiva, por favor indique al menos tres de las acciones consideradas a través de la instrumentación y control del proceso:

a) _____
b) _____
c) _____

18. Operaciones en oficinas. ¿Se han identificado oportunidades potenciales en oficinas para abatir los residuos?

Sí No No sé

19. De haber resultado positivo la respuesta previa, por favor cite al menos tres de las medidas que han ayudado a minimizar los desechos en oficinas:

a) _____
b) _____
c) _____

20. Simulación del proceso. ¿Mediante la simulación del proceso se han encontrado opciones para evaluar el impacto ambiental del proceso o para disminuir los contaminantes?

Sí No Lo desconozco

21. Si la respuesta anterior es positiva, por favor señale al menos tres de las actividades contempladas en la simulación del proceso:

- a) _____
b) _____
c) _____

22. Administración del agua. ¿Se tiene implantado un programa para administrar el agua como apoyo a la prevención de la contaminación?

Sí No Lo desconozco

23. De haber sido positiva la respuesta anterior, por favor indique por lo menos tres acciones tomadas para usar menos agua y para generar menos agua de desecho:

24. Administración de materiales. ¿Se cuenta con un sistema de administración de materiales que permita reducir los productos tóxicos o peligrosos en las instalaciones?

Sí No Lo ignoro

25. Si la respuesta previa es positiva, por favor cite al menos tres de las actividades ejecutadas mediante una buena administración de materiales:

PRODUCTOS ECOLÓGICOS Y MERCADOTECNIA AMBIENTAL
- Cuestionario parcial sobre el Modelo SAEA -

-.Favor de marcar la respuesta más cercana a su situación con una X

1. Los productos elaborados por su empresa, ¿están catalogados como "amigables con el medio ambiente"?, es decir, ¿se trata de productos ecológicos?

Sí No Lo desconozco

2. ¿Considera usted que los consumidores de sus productos toman en cuenta el impacto ambiental de los mismos al momento de adquirirlos?

Sí No Lo ignoro

3. ¿Ve usted a la mercadotecnia ambiental como una amenaza para las ventas futuras de sus productos?

Sí No No tengo idea

4. ¿Piensa usted que la estrategia de vincularse al desarrollo sustentable representará una de las mayores oportunidades de negocios para la industria química en los próximos años?

Sí No No sé

5. ¿Estima usted que su organización proporciona educación ecológica a sus clientes tratando de reducir los impactos ambientales asociados con el uso y disposición de sus productos?

Sí No Lo ignoro

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y EMPRESARIAL

Cuestionario parcial sobre Modelo SAEA •

-Favor de marcar la respuesta más cercana a su situación con una X

1. En su empresa, ¿se tiene establecido algún programa para promover y/o administrar la innovación?

Sí No Lo desconozco

2. ¿Considera usted que los directivos de la compañía están interesados en impulsar la innovación en la empresa?

Sí No Lo dudo

3. ¿Cree usted que la innovación, tanto tecnológica como empresarial, debe tratarse como un factor estratégico clave para la organización?:

Sí No No creo

4. ¿Piensa usted que a través de alianzas estratégicas pueden complementarse las competencias medulares de la empresa?

Sí No No sé

5. ¿Considera usted que todos los empleados están conscientes y comprometidos en crear y capturar el máximo valor derivado de la innovación?

Sí No Lo ignoro

6. ¿Piensa usted que existe en la organización un proceso ágil de innovación que inicia con la concepción de la idea y evoluciona rápida y flexiblemente a través de la creación de prototipos, evaluación, filtrado, desarrollo y comercialización?

Sí No Lo desconozco

7. ¿Cree usted que en la compañía se cuenta con el ambiente y cultura organizacional adecuados para impulsar la innovación?

Sí No Lo dudo

CRITERIOS DE EVALUACIÓN (Guía para los evaluadores)

1. Filosofía de Excelencia Ambiental Corporativa

1.1. Describa el mecanismo que sigue su organización para monitorear y dar cumplimiento a las nuevas regulaciones ambientales.

1.1.1. Consulta de nuevas regulaciones ambientales aplicables a la empresa.

1.1.2. Participación en la creación de las normas.

1.1.3. Procedimiento de integración de las nuevas regulaciones.

1.2. Describa las herramientas y mecanismos que utiliza para involucrar a los integrantes de su organización en el proceso de administración ambiental y la manera en que impulsa los valores ambientales, de salud y seguridad.

1.2.1. Políticas y procedimientos.

1.2.2. Educación (concienciación).

1.2.3. Simulacros, prácticas de campo.

1.2.4. Sistema de comunicación.

1.3. Mencione y describa los elementos estratégicos que conforman su programa de administración ambiental, así como los indicadores o parámetros que utiliza para medir el desempeño ambiental de su organización.

Programa

1.3.1. Políticas y procedimientos.

1.3.2. Organización establecida en aspectos ambientales.

1.3.3. Sistemas de administración.

1.3.4. Sistemas de comunicación.

1.3.5. Sistemas de planeación a largo plazo.

1.3.6. Sistema de administración del riesgo.

1.3.7. Programa de respuesta a emergencias.

1.3.8. Programas ambientales para mejorar el desempeño ecológico y administrar el riesgo.

1.3.9. Sistema automatizado de información.

1.3.10. Mecanismos de control.

1.3.11. Conservación de la naturaleza.

1.3.12. Certificación del sistema de administración ambiental por externos.

Indicadores

1.3.13. Grado de cumplimiento con las regulaciones (multas).

1.3.14. Uso de recursos naturales renovables y no renovables.

- 1.3.15. *Progreso en la implantación de programas.*
- 1.3.16. *Tendencia en las cantidades de emisiones, efluentes y residuos.*
- 1.3.17. *Consumos energéticos.*
- 1.3.18. *Estadísticas sobre seguridad del personal y daños materiales por accidentes e incidentes.*
- 1.3.19. *Tendencia en el nivel de riesgo que afronta la empresa.*
- 1.3.20. *Costos ambientales, de salud y seguridad.*

1.4. Mencione los lineamientos que sigue su organización en materia ambiental, de salud y de seguridad y los criterios ambientales que emplea para la planeación a corto, mediano y largo plazos.

- 1.4.1. *Prioridad corporativa.*
- 1.4.2. *Administración integral.*
- 1.4.3. *Proceso de mejora continua.*
- 1.4.4. *Educación de los empleados.*
- 1.4.5. *Evaluación previa de impactos.*
- 1.4.6. *Análisis de productos y servicios (impacto).*
- 1.4.7. *Aconsejar al consumidor.*
- 1.4.8. *Facilidades y operaciones.*
- 1.4.9. *Investigación.*
- 1.4.10. *Enfoque precautorio.*
- 1.4.11. *Contratistas y proveedores.*
- 1.4.12. *Plan de emergencia.*
- 1.4.13. *Transferencia de tecnología.*
- 1.4.14. *Contribución del esfuerzo común (políticas gubernamentales, interinstitucionales).*
- 1.4.15. *Apertura al diálogo (empleados, público a cerca de riesgos potenciales).*
- 1.4.16. *Auditorías de cumplimiento.*

2. Análisis de Ciclo de Vida del Producto

2.1. Mencione los criterios que emplea su organización para seleccionar materias primas, procesos de manufactura y transporte.

2.1.1. Origen (natural, renovable o no renovable)

2.1.2. Disponibilidad

2.1.3. Reciclable

2.1.4. Toxicidad

2.1.5. Inflamabilidad

2.1.6. Degradabilidad

2.1.7. Calidad del producto final

2.1.8. Sustentabilidad

2.2. Describa las herramientas con que cuenta su organización para analizar y prevenir los impactos ambientales asociados a sus productos.

2.2.1. Personal especializado.

2.2.2. Red de expertos.

2.2.3. Infraestructura para pruebas.

2.2.4. Contacto con otras instituciones.

2.3. Describa los mecanismos y sistemas con los que su organización asegura el destino final de sus productos y cómo garantiza la cooperación de sus clientes.

2.3.1. Pláticas o convenios con los clientes (filosofía compartida).

2.3.2. Etiquetado ecológico (instrucciones al final de la vida útil del producto).

2.3.3. Difusión de las características del material.

2.3.4. Instrucciones de manejo.

2.3.5. Capacitación.

2.4. Explique de qué manera considera que su organización contribuye a la prevención de la contaminación.

2.4.1. A través de campañas publicitarias al público en general.

2.4.2. Capacitando a su personal.

2.4.3. Minimizando las cantidades de emisiones, efluentes y residuos.

2.4.4. Incorporando aspectos ambientales en el diseño de nuevos productos.

2.4.5. Optimizando sus procesos de manufactura.

2.4.6. Trabajando conjuntamente con las autoridades.

2.4.7. Haciéndose responsables de sus descargas.

2.4.8. Manejando adecuadamente las substancias dentro de sus instalaciones (procedimientos y manuales).

2.5. Mencione los criterios ambientales y estrategias de diseño que utiliza en la creación de nuevos productos y describa de qué forma incorpora el concepto de Desarrollo Sustentable.

Etapas	Criterios	Estrategia
<i>Adquisición de materias primas.</i>	- Minimizar el uso de recursos naturales.	- Selección de materias primas. - Distribución eficiente.
<i>Preparación de materias primas. Procesamiento de materiales. Ensamble y manufactura. Uso y servicio.</i>	- Minimizar los riesgos a la salud y seguridad. - Minimizar el consumo de energía.	- Aprovechamiento energético. - Mejoras al proceso.
<i>Retiro.</i>	- Minimizar la generación de desechos. - Degradabilidad	- Extensión de la vida del producto. - Difusión de la Información (Ecoetiquetado)
<i>Tratamiento. Disposición.</i>	- Requerimientos ambientales. - Sustentabilidad.	- Mejores prácticas de administración. - Difusión de la información.

3. **Vinculo entre la Administración de la Calidad Total y la Prevención de la Contaminación**

3.1. Mencione los elementos que conforman el sistema de calidad en su organización y cuál de ellos considera la prevención de la contaminación.

- 3.1.1. *Compromiso de la alta dirección.*
- 3.1.2. *Planeación y organización.*
- 3.1.3. *Empleo de técnicas y herramientas.*
- 3.1.4. *Educación y entrenamiento.*
- 3.1.5. *Involucramiento.*
- 3.1.6. *Equipos de trabajo.*
- 3.1.7. *Medición y retroalimentación.*
- 3.1.8. *Cambio de cultura.*

3.2. Mencione y describa brevemente las herramientas y técnicas utilizadas en su organización para soportar y desarrollar el proceso de mejora continua, para lograr la participación de sus colaboradores (empleados, proveedores y clientes) y para promover el cambio de cultura organizacional.

- 3.2.1. *Misión y visión compartida.*
- 3.2.2. *Planes y programas de capacitación del personal.*
- 3.2.3. *Estructura organizacional (haciendo responsables a los empleados).*
- 3.2.4. *Reconocimiento al mérito del personal.*
- 3.2.5. *Mecanismo de evaluación de resultados.*
- 3.2.6. *Planes de acción.*
- 3.2.7. *Integración de clientes y proveedores.*

3.3. Mencione los indicadores o parámetros que utiliza su organización para medir su desempeño en calidad y en que forma participa la Prevención de la Contaminación.

- 3.3.1. *Permanencia del negocio (posición con respecto a sus competidores).*
- 3.3.2. *Medidas significativas de calidad (estadísticas).*
- 3.3.3. *Productividad vinculada a la protección del medio ambiente.*
- 3.3.4. *Ahorro (costo de materiales y servicios).*

3.4. Mencione y describa los beneficios que ha obtenido su organización al integrar ambos conceptos Calidad Total y Prevención de la Contaminación.

- 3.4.1. *Permanencia en el mercado.*
- 3.4.2. *Competitividad.*

- 3.4.3. *Enfoque empresarial.*
- 3.4.4. *Integración de sus colaboradores.*
- 3.4.5. *Mayor demanda de sus productos.*
- 3.4.6. *Evitar multas por incumplimiento ambiental.*
- 3.4.7. *Prestigio.*

3.5. Describa cuál ha sido su experiencia al integrar el proceso de Prevención de la Contaminación en la estructura desarrollada para el proceso de Administración de la Calidad Total. (involucramiento del personal, resistencia, lucha entre áreas funcionales, etc.)

4. Uso de Tecnologías Limpias

4.1. Mencione las áreas o departamentos en los que se han hecho esfuerzos para prevenir la Contaminación y en que forma participan.

4.1.1. Instrumentación y control

4.1.2. Producción

4.1.3. Mantenimiento

4.1.4. Laboratorios

4.1.5. Control de calidad

4.1.6. Mercadotecnia y ventas

4.1.7. Recursos humanos

4.2. Mencione y describa las herramientas y sistemas con que cuenta su organización para lograr una efectiva prevención de la contaminación. Proporcione ejemplos concretos en cada uno de los departamentos donde se aplica la Prevención de la Contaminación.

4.2.1. Programa de entrenamiento a todos los niveles jerárquicos.

4.2.2. Procedimientos operativos.

4.2.3. Mejores prácticas operativas.

4.2.4. Programas de mantenimiento preventivo y predictivo.

4.2.5. Supervisión efectiva.

4.2.6. Planeación y programación de la producción.

4.2.7. Análisis del diseño de los procesos.

4.3. Cite qué modificaciones, cambios o nuevas tecnologías se han integrado en sus diferentes departamentos para abatir la contaminación. Mencione los casos más relevantes.

4.3.1. Minimizar la formación de compuestos tóxicos.

4.3.2. Minimizar el impacto de los productos.

4.3.3. Implantar medidas de prevención.

4.3.4. Maximizar el uso de materias primas reciclables.

4.4. Describa brevemente la metodología o análisis que efectúa para detectar áreas de oportunidad tendientes a disminuir la contaminación.

4.4.1. Química del proceso.

4.4.2. Equipos de proceso e infraestructura.

4.4.3. Administración de materiales.

4.4.4. Operación y mantenimiento del proceso.

4.4.5. Control del proceso.

4.4.6. Análisis de riesgo y operabilidad de la planta.

4.5. Mencione los beneficios técnicos, económicos o de imagen que ha obtenido al incorporar la Prevención de la Contaminación en su organización.

5. Productos Ecológicos y Mercadotecnia Ambiental

5.1. Considera usted que a los consumidores de sus productos, además de los factores de precio, desempeño y marca comercial les interesa el factor de impacto ambiental.

5.2. Mencione y describa las características ambientales que hacen competitivos a su producto en el mercado y cómo se asegura de incorporar las expectativas ambientales de sus clientes potenciales.

5.2.1. Impacto al medio ambiente asociado al producto.

5.2.2. Impacto al medio ambiente asociado al proceso de manufactura.

5.2.3. Imagen y prestigio de su organización.

5.3. La integración de sugerencias técnicamente posibles en las juntas administrativas de la organización.

5.4. Explique cómo informa a los consumidores sobre las características o beneficios ambientales que se obtienen al preferir sus productos sobre los de la competencia.

5.4.1. Ecoetiquetado.

5.4.2. Campañas de publicidad.

5.4.3. Información en medios masivos.

5.5. Cite las características ecológicas que se incluyen en el etiquetado de sus productos y mencione las razones que lo justifican.

5.5.1. Degradabilidad.

5.5.2. Toxicidad de producto y materias primas.

5.5.3. Impacto ecológico.

5.6. Mencione las herramientas o sistemas que utiliza su organización para conocer su posición e imagen ecológica y la de sus competidores en el mercado.

5.7. Mencione las herramientas que utiliza en su organización para crear y difundir efectivamente una cultura ecológica tanto dentro de su organización como fuera de la misma.

5.7.1. Involucrando al personal.

5.7.2. Capacitándolo.

5.7.3. Reconociendo el esfuerzo.

5.7.4. Creando compromiso.

5.7.5. Integrando a proveedores y clientes.

5.8. Explique de qué manera considera el Desarrollo Sustentable en la mercadotecnia de su producto.

5.8.1. Etiquetado ecológico.

5.8.2. Recomendaciones de uso del producto con mínimo impacto ambiental.

5.8.3. Sustitución de materias primas tóxicas y no renovables.

5.8.4. Menor consumo de recursos energéticos y no renovables en la elaboración del producto.

5.8.5. Apoyo a programas de biodiversidad, tales como de reforestación de bosques, remediación de suelos, limpieza de lagos, etc.

6. Innovación Tecnológica y Empresarial

6.1. Describa si su organización cuenta con el ambiente y cultura organizacional adecuados para impulsar la Innovación.

6.1.1. Se cuenta con una visión compartida a lo largo y ancho de la empresa.

6.1.2. Se conocen los objetivos generales de la empresa.

6.1.3. La alta dirección impulsa la innovación tecnológica y empresarial.

6.1.4. Se promueve la generación de ideas en todos los niveles de la compañía.

6.1.5. Se fortalecen los equipos creativos de trabajo.

6.2. Mencione y describa los elementos que sustentan el proceso de Innovación en su organización, cuáles son sus características y los niveles en los que impacta.

Elementos	Características	Niveles y Áreas
Generación de una idea	Novedosa con visión de futuro.	Todos los niveles y áreas Director y / o Gerente general
Creación de prototipos	Nuevos enfoques (nuevos productos, procesos y servicios)	Investigación y desarrollo Gerentes de Producción. Gerentes del área comercial
Evaluación	Visión de futuro Creación de valor	Directores y Gerentes de área
Desarrollo Estrategias Proceso Recursos Organización Aprendizaje	Competencias medulares. Alianzas estratégicas. Redes de expertos Optimización (materias primas, servicios, productos, subproductos, residuos, costos) Lecciones aprendidas.	Investigación y Desarrollo Proceso Control de Calidad Operación Investigación Administración
Comercialización.	Enfoque Ciclo de vida Impacto ambiental del producto o servicio	Directores y o Gerente general Ventas

6.3. Describa el mecanismo de identificación de fortalezas y áreas de oportunidad dirigidas a la Innovación, en qué forma las canaliza y les da seguimiento.

6.3.1. Observación del entorno (inteligencia tecnológica y comercial).

6.3.2. Consulta de expertos.

6.3.3. Revisiones detalladas del proceso de manufactura.

6.3.4. Análisis de utilización y costos de materias primas y generación de residuos.

6.3.5. Identificación de oportunidades potenciales para prevención de la contaminación por áreas.

6.3.6. Asignación de prioridades y generación de alternativas (ideas).

6.3.7. Evaluación de las oportunidades potenciales.

6.3.8. Implementación de planes de acción.

6.3.9. Evaluación de beneficios.

6.4. Explique qué papel juega la innovación en la vida presente y futura de su organización, ligada a la Prevención de la Contaminación.

6.4.1. Crear o agregar valor a los productos o servicios que genera la empresa.

6.4.2. Afianzar las plataformas tecnológicas y soportar y desarrollar habilidades medulares.

6.4.3. Apoderarse del mercado antes que cualquier otro competidor.

6.4.4. Permanecer en el mercado con ventajas competitivas.

6.4.5. Proporcionar beneficios ambientales cuantificables.

6.4.6. Proyectar una imagen positiva de la empresa.

6.4.7. Innovar es un proceso permanente que permite el crecimiento de la empresa.

6.5. Además de los propios empleados de su organización, mencione qué otros recursos están ligados al proceso de Innovación.

6.5.1. Proveedores

6.5.2. Clientes

6.5.3. Distribuidores

6.5.4. Socios de alianzas

6.5.5. Grupos industriales

6.5.6. Centros de investigación

6.5.7. Universidades

6.5.8. Consultores

6.5.9. Comunidad

7. Resultados de la Empresa

7.1. Resultados financieros

- 7.1.1. Describa y justifique la relevancia de los indicadores que la empresa utiliza para medir los beneficios económicos derivados de la Prevención de la Contaminación. Incluir aquellos que reflejan mejoras en ingresos, rentabilidad, productividad, participación en el mercado, satisfacción de clientes y consumidores, etc.
- 7.1.2. Describa y justifique la relevancia de los indicadores que la empresa utiliza para medir el impacto que su proceso de Prevención de la Contaminación tiene sobre sus clientes, consumidores y mercado.

7.2. Resultados tecnológicos

- 7.2.1. Enumere los principales proyectos de Prevención de la Contaminación implementados durante los últimos tres años.
- 7.2.2. Enumere los principales proyectos de nuevos productos considerando criterios ambientales y estrategias de diseño implementados durante los últimos tres años

7.3. Currículum y trayectoria de la organización

- 7.3.1. Enumere y describa los proyectos de inversión, adquisición asociación o desarrollo propio destinados a Prevenir la Contaminación.
- 7.3.2. Enumere y describa los proyectos de capacitación y reconocimiento para el personal que participa en la Prevención de la Contaminación en su organización.
- 7.3.3. Enumere y describa los proyectos de inversión para la expansión de la cantidad y alcance de las herramientas de desarrollo con que dota al personal involucrado en la Prevención de la Contaminación y para el incremento de infraestructura disponible.

7.4. Comunidad en la que opera

- 7.4.1. Describa cuál es el impacto de la Prevención de la Contaminación sobre la comunidad en la que opera, cómo lo mide y justifica su relevancia.
- 7.4.2. Describa los proyectos específicos de Prevención de la Contaminación que impactan a la comunidad.

Elementos de comparación del Modelo

Mencione que áreas dentro de su organización participan en el desarrollo de los siguientes puntos y quiénes son los responsables de su implementación.

Elementos del modelo HSE	Áreas o Departamentos
Liderazgo y responsabilidad	Excelencia ambiental corporativa
Administración y evaluación del riesgo	Excelencia ambiental corporativa
Entrenamiento del personal y su comportamiento	Excelencia ambiental corporativa Sinergia entre administración de calidad total (ACT) y prevención de la contaminación (PC)
Trabajando con contratistas y otros	Excelencia ambiental corporativa y Sinergia entre ACT y PC
Diseño y construcción de instalaciones	Análisis del ciclo de vida y Uso de tecnologías limpias
Operaciones y mantenimiento	Prevención de la contaminación y Uso de tecnologías limpias
Administración del cambio	Excelencia ambiental corporativa y Uso de tecnologías limpias
Información y documentación	Excelencia ambiental corporativa y Uso de tecnologías limpias
Clientes y productos	Excelencia ambiental corporativa Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental
Comunidad y personas ligadas a la empresa	Excelencia ambiental corporativa Productos ecológicos y mercadotecnia ambiental
Administración de crisis y emergencias	Excelencia ambiental corporativa Prevención de la contaminación
Prevención y análisis de incidentes	Excelencia ambiental corporativa Prevención de la contaminación
Valoración, aseguramiento y mejora	Excelencia ambiental corporativa, Administración de calidad total y Prevención de la contaminación



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**Programa de Posgrado en Ciencias de la
Administración**

Oficio: PPCA/EG/2003

Asunto: Envío oficio de nombramiento de jurado de Doctorado.

Coordinación

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar
de esta Universidad
Presente.

At'n.: Biol. Francisco Javier Incera Ugalde
Jefe de la Unidad de Administración del Posgrado

Me permito hacer de su conocimiento, que el alumno **Roberto del Río Soto** presentará Examen de Grado dentro del plan del Doctorado en Ciencias de la Administración, toda vez que ha concluido el Plan de Estudios respectivo, por lo que el Comité Académico del Programa, tuvo a bien designar el siguiente jurado:

Dra. Susana Saval Bohórquez	Presidente
Dr. Julio Ricardo Landgrave Romero	Vocal
Dr. Luis Teodoro Díaz Müller	Vocal
Dr. José Luis Solleiro Rebolledo	Vocal
Dr. Tomás Miklos Ilkovics	Secretario
Dr. Javier Cruz Gómez	Suplente
Dr. Sergio Javier Jasso Villazul	Suplente

Por su atención le doy las gracias y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

"Por mi raza hablará el espíritu"

Ciudad Universitaria, D.F., 6 de junio del 2003.

El Coordinador del Programa

M.A. Ricardo Alfredo Varela Juárez

323