



X  
TD171.5  
V4A7

**ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LA ADOPCIÓN  
DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL  
EN EMPRESAS PRODUCTORAS DE ALCOHOL ETÍLICO**  
Caso de estudio: Destilería Campo Elías - Ejido

*Por*  
*Elisa Del Valle Araujo Rosales*

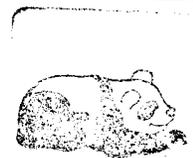
**Trabajo de Grado para optar al título de Magíster Scientiae  
en Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente**

Centro Interamericano de Investigación en Ambiente y Territorio  
Universidad de los Andes  
Mérida, Venezuela  
2007

**DONACION**

**SERBIULA  
INGENIERIA  
PROFESIONAL**

**SERBIULA**



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todopoderoso y a nuestra Santa Madre, bajo la advocación de la Virgen Del Valle por acompañarme siempre en los momentos más difíciles y exigentes de mi vida.

Al CIDIAT, por el soporte institucional dado para la realización de este trabajo.

Al CDCHT, por los recursos económicos aportados para llevar a cabo en forma exitosa todas las etapas de esta investigación.

A los profesores Pedro Misle, Carlos Espinosa y Miguel Cabeza, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a sus capacidades y experiencias en el área de la Gestión Ambiental, siempre en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

A la Destilería Campo Elías, en especial al Ingeniero Martínez, por facilitarme, muy amablemente, toda la información necesaria para desarrollar mi labor investigadora dentro de la empresa.

Finalmente quiero agradecer a todos aquellos que con consejos, colaboraciones, críticas, sugerencias, y estímulo, han ayudado a desarrollar estas tesis.

# INDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	iii
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xiii
CAPITULOS	
1.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
1.2 Justificación.....	2
2. MARCO METODOLÓGICO.....	5
3. MARCO CONCEPTUAL.....	9
3.1 Aprovechamiento de los recursos naturales y la contaminación industrial.....	9
3.2 El proceso productivo del etanol en el mundo.....	12
3.3 Principio de la destilación de alcohol para consumo humano.....	13
3.4 Agente potencial contaminante de mayor significación en las empresas productoras de alcohol etílico.....	14
3.5 Legislación ambiental nacional e internacional.....	16
3.5.1 Legislación Ambiental Internacional.....	17
3.5.2 Legislación Ambiental Nacional.....	18
3.6 Sistemas de Gestión Ambiental.....	22
3.6.1 Ventajas de la adopción de un sistema de gestión ambiental.....	23
3.6.2 Componentes de un Sistema de Gestión Ambiental.....	24
3.7 Sistemas de Gestión de Riesgo .....	25

	Página
4. ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LA ADOPCIÓN DE UN SGA EN EMPRESA PRODUCTORAS DE ALCOHOL ETILICO.....	27
4.1 Compromiso inicial de la alta gerencia y Definición de una Política Ambiental.....	27
4.2 Revisión ambiental inicial.....	29
4.2.1 Información general de la empresa.....	31
4.2.2 Documentación de la empresa.....	32
4.2.3 Caracterización del entorno de la empresa.....	33
4.2.4 Revisión de los procesos, operaciones y actividades.....	38
4.2.5 Revisión de procesos y prácticas ambientales.....	51
4.2.6 Visión integrada de la operación de la planta.....	58
4.2.7 Identificación de la normativa ambiental.....	61
4.3 Planificación.....	63
4.3.1 Identificación y evaluación de efectos-aspectos ambientales.....	65
4.3.2 Determinación de objetivos y metas ambientales.....	75
4.3.3 Identificación y propuesta de medidas.....	75
4.3.4. Medidas y medios de verificación.....	78
4.3.5 Implementación de programas ambientales.....	80
4.4 Implantación.....	85
4.4.1 Estructura Organizativa.....	86
4.4.2 Formación, sensibilización y competencia.....	87
4.4.3 Comunicación.....	87
4.4.4. Documentación.....	88
4.4.5 Control Operacional.....	89
4.4.6 Formulación de planes de emergencia y contingencia.....	96
4.4.7 Medidas de seguridad e Higiene Ocupacional en Laboratorios.....	105
4.5 Verificación.....	106
4.5.1 Seguimientos y mediciones.....	107
4.5.2 Situaciones de no conformidad y acciones correctivas.....	111
4.6 Auditorías.....	112
4.6.1 Pre-Auditoría Ambiental.....	113
4.6.2 Ejecución de la Auditoría Ambiental.....	114
4.6.3 Post- Auditoría Ambiental.....	115

	Página
4.7 Revisión.....	116
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
6.REFERENCIAS.....	121
6.1 Biblioheerográficas.....	121
6.2 Páginas Web.....	124
6.3 Legislación Ambiental Venezolana.....	125
APENDICES A. Obtención De Proteína Animal A Partir De Vinaza.....	129
APENDICES B. Hoja De Seguridad Ácido Sulfúrico.....	131
APENDICES C. Hoja De Seguridad Urea.....	133
APENDICES D. Informe De Investigación De Accidentes E Incidentes.....	135

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
3.1	Características Físicoquímicas de una Muestra de Vinaza.....	15
4.1	Información general de la empresa.....	31
4.2	Balance de masa semanal. Purificación de la melaza.....	39
4.3	Balance de masa semanal. Preparación del mosto y fermentación .....	42
4.4	Balance de masa semanal. Destilación fraccionada.....	48
4.5	Balance de masa semanal. Agua de enfriamiento.....	52
4.6	Balance de masa semanal. Funcionamiento de la caldera.....	54
4.7	Características Físico-Químicas de Vinaza Destilería Campo Elías.....	56
4.8	Balance General de masa, semanal.....	61
4.9	Principal Legislación ambiental aplicable.....	62
4.10	Identificación y descripción de impactos ambientales.....	66
4.11	Identificación de aspectos sujetos a control legislativo.....	69
4.12	Evaluación de cumplimiento de la normativa ambiental. Decreto 883.....	71
4.13	Identificación y evaluación de impactos ambientales.....	73
4.14	Resumen de la valoración de impactos.....	74
4.15	Objetivos y metas ambientales.....	75
4.16	Resumen de Medidas y Medios de Verificación.....	79
4.17	Programa I: Optimización del funcionamiento del Generador de Vapor.....	81
4.18	Programa II: Optimización del funcionamiento de la torre de enfriamiento...	82

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
4.19 Programa III: Aprovechamiento del lodos proveniente de los sedimentadores	83
4.20 Programa IV: Reutilización de vinaza.....	84
4.21 Registro y actualización de Requisitos Legales y Convenios.....	89
4.22 Control Operacional I: Lavado de los sedimentadores.....	90
4.23 Control Operacional II: Proceso de sedimentación.....	91
4.24 Control Operacional III: Funcionamiento del generador de vapor.....	92
4.25 Control Operacional IV: Funcionamiento de la torre de enfriamiento.....	93
4.26 Control Operacional V: Lavado del fondo de la primera columna de destilación.....	94
4.27 Control Operacional VI: Almacenamiento y disposición de vinaza.....	95
4.28 Identificación de riesgos potenciales.....	97
4.29 Evaluación de riesgos potenciales.....	98
4.30 Acción y Temporización según el tipo de riesgo.....	99
4.31 Evaluación de riesgos potenciales en una destilería.....	100
4.32 Medidas preventivas y acciones en caso de accidentes.....	101
4.33 Comprobación y seguimiento en las distintas etapas del proceso.....	108
4.34 Monitoreo de las etapas del proceso con descarga de efluentes.....	109
4.35 Monitoreo de las etapas del proceso con producción de subproductos y consumo de combustible.....	110
4.36 Registro de situaciones de no conformidad.....	111
4.37 Registro de reuniones.....	113
4.38 Formato para el plan de auditoría.....	114

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
4.39	Recopilación de evidencias de la auditoría.....	115
4.40	Plan de acción para la remediación de las deficiencias detectas en el SGA.....	116

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
3.1	Aprovechamiento de la cap. de adaptación y asimilación del medio natural.....	10
3.2	Participación de los Sectores Industriales en la contaminación del agua.....	11
3.3	Usos principales de etanol a nivel mundial.....	12
3.4	Producción mundial de etanol 2.000-2.005.....	13
3.5	Modelo de Gestión Ambiental.....	22
3.6	Ciclo del mejoramiento continuo del desempeño ambiental.....	24
4.1	Etapa de Compromiso y Política Ambiental en la propuesta para un SGA.....	27
4.2	Política ambiental de Destilerías Unidas.....	29
4.3	Etapa de Revisión en la propuesta para un SGA.....	30
4.4	Ubicación de los diferentes Municipios en el Estado Mérida.....	33
4.5	Terraza fluvial donde esta asentada la ciudad de Ejido.....	34
4.6	Distribución de los principales ríos en el Municipio Campo Elías.....	35
4.7	Ciudad de Ejido, Destilería Campo Elías.....	37
4.8	Adquisición, transporte, almacenamiento y preparación de la materia prima.....	39
4.9	Fermentadores , donde se convierten los azúcares a alcoholes.....	40
4.10	Fermentadotes, donde se convierten los azúcares a alcoholes.....	41
4.11	Preparación del mosto y fermentación.....	43
4.12	Sistema de Destilación Fraccionada.....	44
4.13	Detalles de las columnas de destilación, primera etapa.....	45

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
4.14	Detalles de las columnas de destilación, primera etapa.....	45
4.15	Detalles de los medidores de flujo y válvulas para toma de muestras.....	46
4.16	Detalles del sistema de seguridad colocado por el SENIAT para el control de la producción.....	47
4.17	Etapa de destilación fraccionada.....	48
4.18	Medidor de caudal de etanol producido.....	49
4.19	Tanque de almacenamiento de alcohol producido.....	49
4.20	Área destinada para los análisis.....	50
4.21	Torre de enfriamiento.....	51
4.22	Sistema de enfriamiento del agua de los condensadores.....	52
4.23	Caldera para la generación de vapor.....	53
4.24	Funcionamiento de la caldera para la generación de vapor.....	54
4.25	Tanque de almacenamiento de vinaza.....	57
4.26	Centrífuga para recuperación de proteína de la vinaza.....	57
4.27	Esquema de operaciones de la empresa.....	59
4.28	Etapa de Planificación en la propuesta para un SGA.....	63
4.29	Etapas de la Planificación.....	64
4.30	Encadenamiento de efectos ambientales en la producción de alcohol etílico.....	68
4.31	Etapa de Implantación en la propuesta para un SGA.....	85
4.32	Estructura organizacional para pequeñas empresas.....	86
4.33	Flujograma de acciones para emergencias.....	104

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
4.34	Etapa de Verificación en la propuesta para un SGA.....	107
4.35	Etapa de Auditoría en la propuesta para un SGA.....	112
4.36	Etapa de Revisión en la propuesta para un SGA.....	116

## RESUMEN

Tanto los procesos de producción como los de consumo dan origen a una cantidad de residuos que quedan en el ambiente, causantes de contaminación hídrica y atmosférica, los cuales producen diversos impactos sobre la salud de la población y sobre otros recursos naturales como el suelo, la flora y la fauna, en función de las materias primas utilizadas y los procesos a las que éstas se someten.

Dentro de los sectores productivos más contaminantes, se encuentra la industria azucarera y sus derivados, la cual contribuye anualmente a una contaminación equivalente a lo que puede aportar siete millones de habitantes, destacándose por su carga orgánica, de 60 000 a 90 000 mg DQO/L, las aguas residuales procedentes de la industria productora de alcohol etílico (componente activo esencial de las bebidas alcohólicas), las que se obtienen en una proporción de 10 a 12 litros por cada litro de alcohol destilado, conocidas con el nombre de vinazas.

El presente trabajo se enmarca dentro de una investigación sobre la situación ambiental de las empresas productoras de alcohol etílico, con la finalidad de identificar las actividades de impacto ambiental y proponer un Sistema de Gestión Ambiental para todo el proceso productivo, por la aplicación de la legislación ambiental y la Normativa ISO, con la particularidad de que podrá ser aplicado por las propias empresas sin necesidad de contratar consultores externos, buscando incrementar la motivación necesaria para que las industrias de destilerías adopten una cultura ambientalista a tiempo completo.

---

**Palabras claves:** destilerías, vinaza, sistemas de gestión ambiental, alcohol etílico, contaminación, industrias.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

En busca de mejorar su calidad de vida, el hombre ha intervenido y modificado el ambiente; no obstante, el ambiente ha sido considerado como una fuente casi ilimitada de recursos económicos y un conveniente receptáculo gratuito de los desperdicios de la producción y el mercado. Hasta hace poco los costos de los productos se referían sólo a materias primas, recursos humanos y financieros, sin considerar los costos impuestos al ambiente.

Así, la creciente contaminación ambiental ha sido objeto de preocupación en todo el mundo debido a los graves problemas ambientales que se han venido suscitando. Esta preocupación ha inducido a las empresas a incorporar dentro de sus esquemas gerenciales el tema ambiental; así como la aparición de instituciones internacionales dedicadas a la preparación de un sinnúmero de normas, entre ellas las de Sistema de Gestión Ambiental (SGA) cuyo objetivo fundamental es el de enfrentar y controlar el deterioro ambiental.

Dada la peligrosidad que revisten los impactos ecológicos para la sociedad, ésta, a través del Estado, ha venido promulgando y exigiendo el cumplimiento de una legislación ambiental cada vez mas rigurosa. Ello ha exigido a las empresas a investigar e invertir en el mantenimiento y preservación del ambiente y de allí la importancia de analizar y ofrecer una propuesta para la aplicación de Sistemas de Gestión Ambiental en las empresas productoras de alcohol etílico.

En Venezuela, el tema ambiental tiene rango constitucional. El Ministerio del Ambiente, como ente rector, exige la adecuación de las empresas a las nuevas necesidades de protección del ambiente en sus procesos productivos, y aquellas que generen subproductos nocivos que afecten al ambiente tienen el deber de implantar medidas para prever y resolver dicha situación.

Hoy en día, son muchas las empresas del ramo licorero que han disminuido en un alto porcentaje su capacidad de producción y otras que han cerrado sus puertas debido al incumplimiento de las leyes y normas para la protección del ambiente hechas efectivas por el Ministerio del Ambiente. No obstante, además de la penalización, también el organismo rector contempla el estímulo, por lo que ha informado al sector industrial que aquellas empresas que respeten el ambiente e inviertan en tecnologías limpias o en otros mecanismos de protección ambiental no solo gozarán de los permisos correspondientes, sino que podrán incrementar la producción e incluso obtener la exoneración de un porcentaje de sus impuestos. Estas razones refuerzan la necesidad de investigar las posibilidades de incorporar e internalizar el tema ambiental en los esquemas gerenciales de las empresas; siendo dicha investigación la finalidad de este trabajo dentro del ámbito de empresas productoras de alcohol etílico.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Elaborar una propuesta para la adopción de un Sistema de Gestión Ambiental en empresas productoras de alcohol etílico, tomando como datos referenciales los obtenidos del análisis de una destilería de modestas dimensiones ubicada en la ciudad de Ejido del Municipio Campo Elías del Estado Mérida.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Para cumplir con el objetivo general de este trabajo se han planteado una serie de objetivos específicos, los cuales se detallan a continuación:

- Recopilar y analizar información en diversas fuentes relacionada con aspectos relevantes de las empresas productoras de alcohol etílico, así como la relativa a los fundamentos de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA); en particular al propuesto en las normas ISO 14001. Además, revisar la normativa ambiental venezolana vigente, aplicable al caso analizado.
- Realizar un diagnóstico (revisión ambiental inicial) de la empresa seleccionada como caso de estudio: Destilería Campo Elías, ubicada en la ciudad de Ejido del Estado Mérida. Mediante dicha revisión, se logrará cuantificar el uso de recursos naturales y de energía, así como la generación de posibles agentes contaminantes que permitan identificar los impactos ambientales que se originan en cada una de las actividades realizadas por la empresa.
- Formular un Plan Ambiental para dicha empresa, así como de los requerimientos para su implantación, validación y auditoría.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El proceso productivo del alcohol etílico genera potenciales impactos ambientales en todas y cada una de sus fases: desde el cultivo de la materia prima (caña de azúcar) por causas del uso de diversos plaguicidas y herbicidas, hasta la destilación fraccionada para la obtención del producto final, alcohol etílico. En la fase industrial, entre los agentes potenciales de contaminación, el de mayor significación, por su cantidad y calidad, es un desecho líquido llamado vinaza: líquido residual del proceso de destilación, que contiene pequeñas trazas de alcohol, macro y micro nutrientes ricos en nitritos y aminos. Cuando ésta se vierte en cuerpos de agua, aumenta considerablemente las demandas química y biológica de oxígeno, causando desequilibrio ecológico, y si es aplicada sobre suelos fértiles en grandes cantidades deteriora su capacidad productiva.

Las empresas, en numerosos países, están adoptando Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) como una herramienta útil para mantener bajo control su relación con el ambiente y reducir su impacto ambiental, todo basado en el cumplimiento de la legislación ambiental. Muchas de ellas están promoviendo que sus proveedores y clientes adopten sistemas similares, extendiendo su influencia más allá de las puertas de sus empresas.

En Venezuela, pese a la incorporación de un conjunto de leyes, reglamentos, normas y acuerdos internacionales, son pocas las empresas que han asumido la dimensión ambiental como un elemento a considerar dentro de sus políticas integrales. Evidencia de ello es que para el año 2000 se encontraban inscritas 785 empresas generadoras de efluentes industriales en el Registro de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente; en proceso estaban otras 17 industrias, de las cuales, sólo 12 empresas cumplían con lo establecido en la legislación ambiental.

La sociedad en general, empresas, el Estado, el Ministerio del Ambiente, Universidades, entre otros, deben exigir el cumplimiento de tal normativa.

Con el desarrollo de ésta investigación se intenta contribuir a este importante deber social, no sólo promoviendo el cumplimiento de esa normativa, sino también proponiendo medidas ambientales a través de la propuesta de un SGA, para empresas productoras de alcohol etílico.

.

.

## CAPITULO 2

### MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo se enmarca dentro de una investigación sobre la situación ambiental de las empresas productoras de alcohol etílico, con la finalidad de formular una propuesta para Sistema de Gestión Ambiental.

El proceso de investigación se inició con una recopilación de información bibliohemerográfica, y continuó con un estudio diagnóstico para reconocer las fortalezas y debilidades de la empresa referencial. Posteriormente, luego de la valoración de los impactos ambientales identificados y los eventos potenciales de riesgo, se desarrollaron las fases correspondientes a la formulación de la propuesta de un SGA, focalizado en la prevención de los impactos y en el mejoramiento continuo de sus actividades, incluyendo además, un plan de acciones y emergencias para mejorar las condiciones de salud y bienestar ocupacional, y de seguridad de los trabajadores.

Las actividades contempladas en cada una de estas fases se señalan a continuación:

#### **Fase I .–**

Revisión y análisis documental, mediante libros, artículos de periódicos y revistas, páginas web, gacetas, con la finalidad de analizar aspectos relevantes de los siguientes temas:

- ✓ Industrias productoras de alcohol.
- ✓ Sistemas de gestión ambiental y las normas ISO 14000.
- ✓ Revisión de la normativa ambiental vigente aplicable a este tipo de empresas.

#### **Fase II .–**

Investigación de campo, mediante visitas de reconocimiento a la empresa Destilería Campo Elías y a los sitios vecinos a su emplazamiento con la finalidad de:

- Realizar una caracterización ambiental del medio donde opera la empresa.
- Identificar y cuantificar la materia prima y energía utilizada. Para ello se realizó una inspección visual y se tomaron registros de la empresa.
- Identificar fuentes de vertidos, emisiones gaseosas y residuos sólidos con potencial generación de impactos ambientales significativos mediante a) Análisis de procesos, b) Inspección visual.

- Analizar procesos, con la finalidad de identificar los puntos de potencial generación de contaminantes o riesgos, tales como: riesgos potenciales por el transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos, generación de emisiones, generación y tratamiento de efluentes, generación de ruido, y generación, manejo y disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos.
- Inspección visual detallada de todas las instalaciones de la empresa con el fin de reconocer evidencias de contaminantes y/o riesgos .
- Revisar y evaluar el cumplimiento de la normativa ambiental venezolana vigente aplicable.

### **Fase III .-**

Análisis teórico prácticos con la finalidad de:

- Reconocer y describir los impactos ambientales en las distintas etapas del proceso de producción, considerando el aspecto ambiental, que según las normas ISO es toda actividad que pueda interactuar con el ambiente, y cualquier cambio que estos aspectos puedan causar al ambiente, ya sean adversos o beneficiosos. Todo lo anterior esquematizado en un encadenamiento de efectos ambientales.
- Identificar los aspectos sujetos a control legislativo y evaluarlos de acuerdo a la norma correspondiente.
- Obtener un valor de impacto ambiental ó VIA, para los aspectos que no cuentan con regulaciones legislativas o que carecen de datos de medición. Según la valoración de los criterios: Intensidad, Duración, Extensión, Reversibilidad y Probabilidad, el valor VIA viene dado por la sumatoria de los mismos.
- Plantear las medidas preventivas, correctivas y/o mitigantes en cada una de las etapas del proceso donde fueron identificados los impactos significativos. Estos son, los aspectos que no cumplan con la norma y los que obtuvieron un VIA alto (por encima de 12). Incluir medios de verificación de cada una de las medidas.
- Formular un plan de gestión ambiental, el cual estará conformado por programas ambientales que especificarán responsabilidades, objetivos, fechas, procedimientos, métodos para evaluar el grado de ejecución y mecanismos de corrección, así como también, los requerimientos para su implantación, verificación y auditoria.

- Formular planes de emergencia y contingencia luego de la identificación de eventos potenciales de riesgo en todas las etapas del proceso productivo y en general de todas las instalaciones, incluyendo las medidas de higiene y seguridad ocupacional en laboratorios.

#### **Fase IV –**

Elaboración de conclusiones, recomendaciones y mejoras al SGA, focalizando esta fase en la proposición de lineamientos que faciliten la adopción de un SGA en empresas productoras de alcohol etílico.

## **CAPITULO 3**

### **MARCO CONCEPTUAL**

A fin de cumplir con los objetivos trazados, orientados éstos a la formulación de una propuesta para un Sistema de Gestión Ambiental para empresas productoras de alcohol etílico, basado en las legislaciones ambientales y la Normativa ISO 14.000, se desarrollan a continuación temas que sustentan los tópicos tratados. En tal sentido, se realizó una revisión bibliohemerográfica de los conceptos relacionados con el ambiente, ubicando en su contexto la problemática de la contaminación, la legislación ambiental nacional e internacional, la producción de alcohol en el mundo y las Normativas ISO 14000.

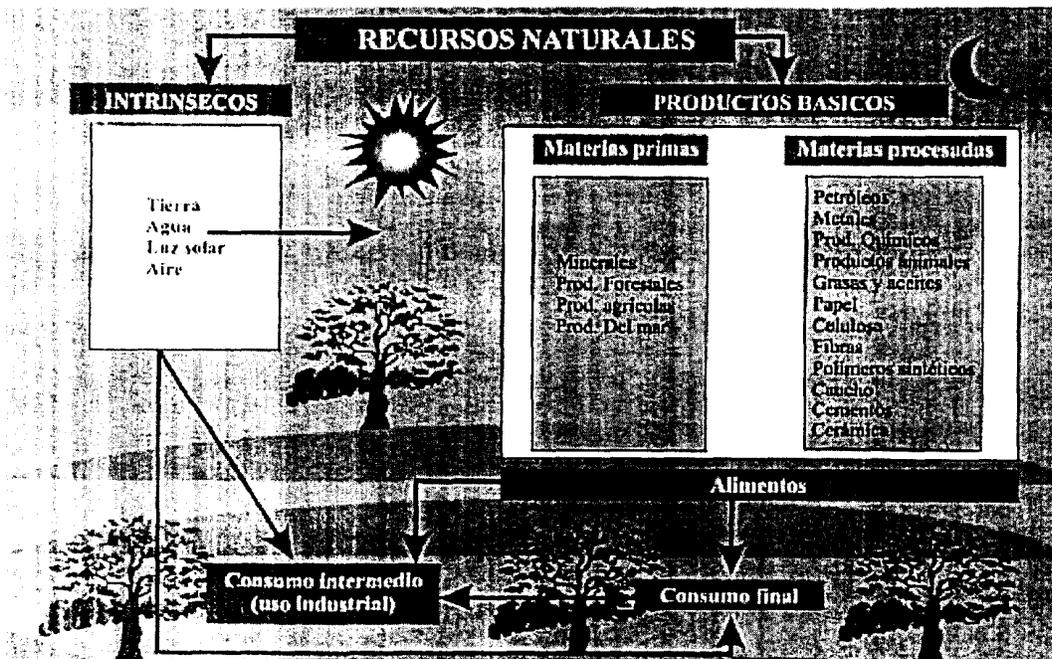
Además fue objeto de revisión conceptual los temas relacionados con la Gestión Ambiental, y la Gestión de Riesgo.

#### **3.1 APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES Y LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL**

Una de las características de los sistemas naturales es la homeostasis o mantenimiento de la constancia y continuidad de sus funciones y estructura, esto significa que los ecosistemas tienen la capacidad de amortiguar los cambios que se realicen en él. Sin embargo esta capacidad de amortiguar ha sido sobrepasada por los cambios artificiales derivados de la interacción con el hombre.

El rompimiento de este equilibrio ha causado problemas de contaminación, degradación del ambiente y sobrepoblación. Los cambios ocurridos en las últimas décadas, son comparables, en escala, con los cambios naturales en períodos en millones de años. De allí que los problemas ambientales son en gran medida producto de la actividad humana y, más concretamente, de la actividad económica basada en la super utilización de los recursos naturales. Esta problemática es común y global y afecta a toda la humanidad por igual y por ello las soluciones deben ser globales, sin diferencia de intereses.

El sistema social siempre ha hecho uso del sistema natural, ya sea en la explotación misma de los recursos naturales, o mediante el aprovechamiento de la capacidad de adaptación y asimilación del medio natural (Figura 3.1). Lo nuevo es la escala en que éste se utiliza a través de una explotación de los recursos naturales cada vez más intensiva y de mayor magnitud, y de la presión creciente sobre las capacidades de asimilación y la resiliencia del sistema natural.



**Figura 3.1:** Aprovechamiento de la capacidad de adaptación y asimilación del medio natural (Marcotte y colaboradores 2003).

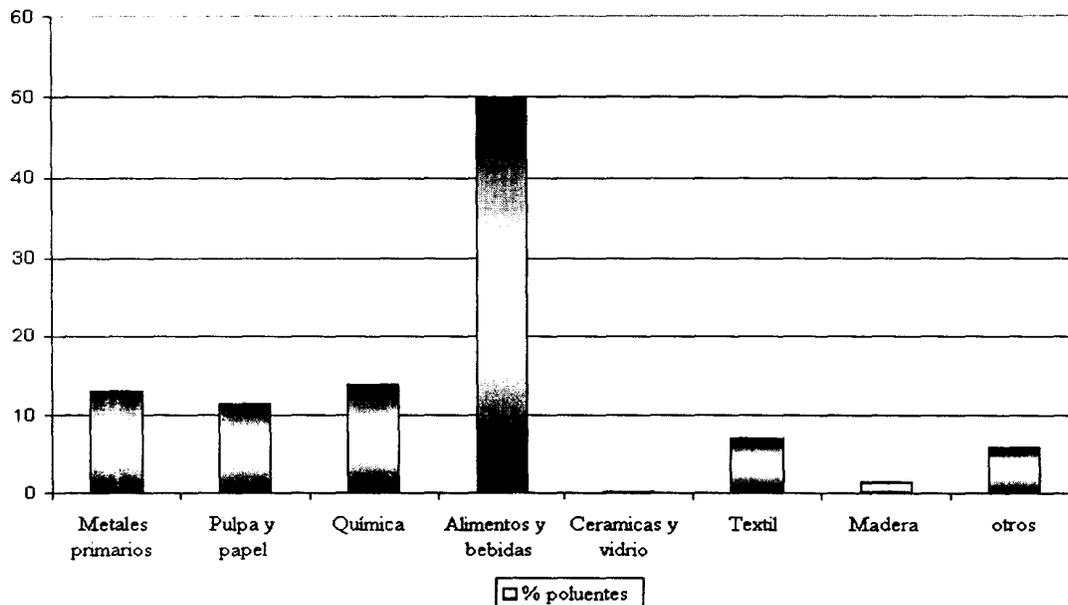
Este uso masivo y acelerado de los recursos naturales, y la presión sobre los mecanismos naturales de asimilación y resiliencia, se lleva a cabo a un ritmo y en una forma tal, que supera los tiempos normales de regeneración y asimilación del sistema natural, resultado en un agotamiento acelerado de recursos y degradación del medio.

Tanto el proceso de producción como el de consumo dan origen a una cantidad de residuos que quedan en el ambiente, causantes de contaminación hídrica y atmosférica, los cuales producen diversos impactos ambientales en función de las materias primas utilizadas y los procesos a las que éstas se someten.

La Figura 3.2 muestra la participación de los sectores industriales en la contaminación del agua, donde se destaca el sector de alimentos y bebidas, ubicándose como el primer sector industrial en importancia en este tipo de impacto, ya que es responsable por más de la mitad de los desechos orgánicos vertidos en agua, implicando la elaboración de infinidad de productos y la existencia de innumerables procesos productivos, que generan impactos diferenciados al medio y la salud.

Dentro de este sector, se encuentra la industria azucarera y sus derivados, las cuales contribuyen anualmente una contaminación equivalente a lo que puede aportar siete millones de habitantes. Los más contaminantes por su carga orgánica, de 60 000 a 90 000 mg/L de DQO, (Singh, 1995, FitzGibbon,1995); son las aguas residuales procedentes de la industria productora de alcohol

etílico potable, las que se obtienen en una proporción de 10 a 12 litros por cada litro de alcohol destilado. (Noyola, 1995; de la Cruz, 2002, Contreras, 1999).



**Figura 3.2.** Participación de los Sectores Industriales en la contaminación del agua  
(Fuente: World Bank, 1999).

En Venezuela, el Ministerio del Ambiente contabiliza más de 2.400 fuentes localizadas de contaminación por descargas de efluentes en cursos de agua naturales (Arias y colaboradores, 2004), por lo que resulta evidente que existe una urgente necesidad de atender este problema, cuyo crecimiento va a la par del auge poblacional y del aumento del parque industrial.

Por todo lo antes dicho, es necesario explorar en qué medida el problema ambiental y de utilización de recursos va a contribuir y obligar al sistema social a cambiar sus estilos de vida y patrones de desarrollo, y reconocer que el consumo masivo y la creciente diversificación de recursos por un lado responde y por otro requiere una específica institucionalidad social.

Según Field y colaboradores (1996) el problema de la utilización de los recursos naturales, de su agotamiento y del deterioro del medio deben examinarse desde una doble perspectiva: por una parte, la de la existencia de recursos naturales conocidos y de las leyes naturales que gobiernan y regulan su proceso de reproducción, así como la capacidad del medio para regenerarse y absorber el impacto de la actividad humana, y, por otra, por la forma en que el sistema social lleva a cabo sus actividades, que se traducen en formas específicas de gestión ambiental.

Es allí donde es imprescindible que en toda organización que altere el ambiente, exista una unidad orgánica que vele por el cumplimiento de toda la normativa ambiental orientada a los

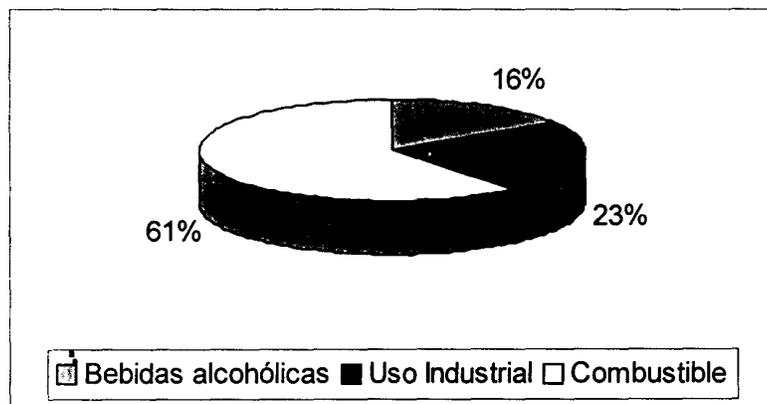
procesos productivos, implicando que toda la organización trabaje en función de la protección y conservación del ambiente, en este caso específico de la empresas productoras de alcohol etílico, a fin de que se establezcan una serie de indicadores de gestión ambiental, para medir si el sistema de costos de reducción ambiental puede determinar las políticas ambientales que la alta gerencia debe imponer en sus actividades productivas para reducir el impacto ambiental ocasionado (Odrizola, 1997).

### 3.2 EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ETANOL EN EL MUNDO

El alcohol etílico o etanol, cuya fórmula química es  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ , es el componente esencial de las bebidas alcohólicas. Es producido a partir de la fermentación de los azúcares, que se encuentran en los productos vegetales (cereales, caña de azúcar, remolacha) combinados en forma de sacarosa, almidón, hemicelulosa y celulosa. Dependiendo de su fuente de obtención, la producción implica fundamentalmente el proceso de separación de las azúcares, su fermentación y destilación de las mismas (Carles, 1992).

En la actualidad el mercado del alcohol puede subdividirse en tres, de acuerdo al destino de sus productos: combustible, uso industrial y bebidas. El uso como combustible representa el 61% de la producción mundial, ya sea para mezclar o reemplazar petróleo y derivados, alrededor del 23% se destina a la industria procesadora (cosméticos, farmacéutica, química, entre otras), y el 16% restante se destina a la industria de bebidas, ver Figura 3.3.

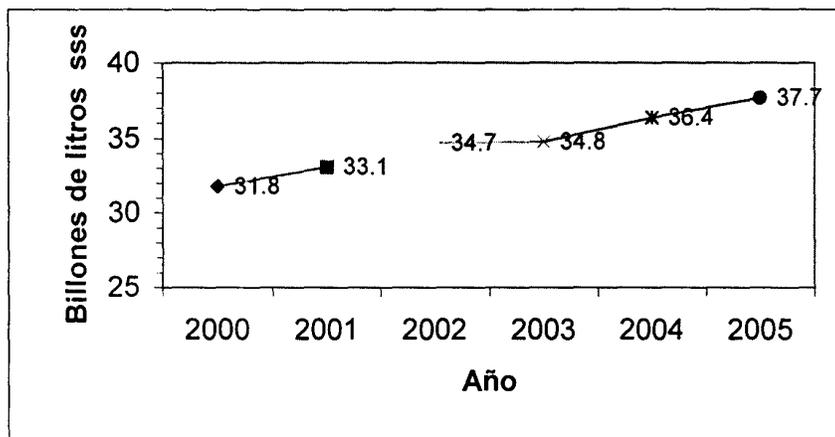
La producción de alcohol destinada al uso como combustible, por lo general se encuentra subsidiada por el impacto positivo del uso del Etanol carburante sobre el ambiente (Giacinti, 2004).



**Figura 3.3:** Usos principales de etanol a nivel mundial  
(Fuente: Elaboración propia en base a datos de F.O. Licht, citado por Giacinti, 2004).

Como puede apreciarse en la Figura 3.4, la tendencia de producción de etanol a nivel mundial, describe un comportamiento ascendente, lo cual supone una demanda de mercado igualmente positiva. Cabe pensar que dicho comportamiento podría atribuirse a la necesidad internacional de sustituir los combustibles tradicionales debido a las sucesivas crisis que se experimentan en este campo.

Del mismo modo, el consumo mundial de bebidas alcohólicas está en crecimiento. Todo parece indicar que la demanda de Etanol en el mercado mundial tenderá a acrecentarse en los próximos años.



**Figura 3.4:** Producción mundial de etanol 2.000-2.005

(Fuente: Elaboración propia en base a datos de F.O. Licht citado por Giacinti, 2001)

### 3.3 PRINCIPIO DE LA DESTILACIÓN DE ALCOHOL PARA CONSUMO HUMANO

El proceso de destilado se remonta a épocas anteriores al año 800 A. C., momento en el que se documentó al detalle el primer proceso de fermentación y destilación que se conoce. Según las diferentes zonas geográficas y el paso del tiempo, este proceso fue evolucionando gracias al conocimiento de la química, de los circuitos cerrados y especialmente los principios de evaporación y condensación (<http://zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm>, acceso Mayo 2007).

El principio de la destilación se basa en las diferencias que existen entre los puntos de ebullición del agua (100°C) y el alcohol (78.3°C). Si un recipiente que contiene alcohol es calentado a una temperatura que supera los 78.3°C, pero sin alcanzar los 100°C, el alcohol se vaporiza y se separará del líquido original, para luego juntarlo y recondensarlo en un líquido de menor concentración alcohólica (Cifuentes, 1980)

El secreto de las bebidas, y en especial del productor, es el de otorgarle una fuerza alcohólica elevada y al mismo tiempo que el producto final sea gustoso al paladar, proceso que fue evolucionando y mejorando con el tiempo. Generalmente los materiales de los que se parte para la elaboración de bebidas destiladas, son alimentos dulces en su forma natural como la caña de azúcar, la miel, leche, frutas maduras, etc. y aquellos que pueden ser transformados en melazas y azúcares (Yerres y colaboradores, 2003).

La melaza es un subproducto del proceso en los Centrales que procesan caña de azúcar, la cual se origina en el momento de separar la azúcar cruda del guarapo concentrado (meladura). Es un producto que contiene una porción de azúcar importante y se destina principalmente como alimento de animales o como materia prima para las destilerías. Contiene agentes activos que transforman naturalmente el azúcar en alcoholes. Los agentes activos son enzimas, y están encargados de transformar el azúcar en alcohol. Las enzimas son generalmente compuestos nitrogenados solubles en agua que se comportan como albuminoides, los que, actúan como catalizadores dado que pequeñas cantidades de enzimas logran un cambio efectivo en grandes cantidades de material base destinado al producto (<http://www.scielo.isciii.es>, Abril, 2006).

Las bebidas alcohólicas se analizan siguiendo métodos normalizados y requieren el determinación de algunas sustancias que pueden ser tóxicas para los humanos, si rebasan un cierto límite establecido y son: alcoholes superiores, aldehídos, y ésteres entre otras cosas, que nos indican la calidad de una bebida y si es apta ó no, para consumo humano.

El alcohol etílico; no sólo es el producto químico orgánico sintético más antiguo empleado por el hombre, sino también uno de los más importantes (Cifuentes, 1980).

### **3.4 AGENTE POTENCIAL CONTAMINANTE DE MAYOR SIGNIFICACIÓN EN LAS EMPRESAS PRODUCTORAS DE ALCOHOL ETILICO**

Como se mencionó anteriormente, dentro de los residuos producidos, los más contaminantes por su carga orgánica (60 000 a 90 000 mg DQO/l), son los vertidos procedentes de los fondos de las torres de destilación, conocidas con el nombre de vinazas, las que se producen en una proporción de 12 a 15 litros por cada litro de alcohol destilado.

La vinaza es un vertido altamente coloreado, el cual es difícil de tratar mediante procesos biológicos normales como lodos activados o lagunas anaeróbicas, (Gallo, 1986 y Toro, 1996). Se dice que es recalcitrante porque contiene melanoidinas, polímeros causantes del color marrón en el residuo, que se forman por la reacción entre los grupos aminos y carbonilos.

La descarga de la vinaza en el ambiente es peligrosa y tiene un alto potencial de contaminación. Su DQO, que puede llegar a más de 100.000 mg/L, significa que su descarga en los cuerpos de agua natural puede resultar en eutrofización (aumento gradual de la concentración de fósforo, nitrógeno y otros nutrientes en un ecosistema acuático), esto causa un gran aumento de las

concentraciones de algas y microorganismos en la superficie, lo cual impide que entre la luz solar y el oxígeno necesario para la subsistencia de la vida subacuática.

Sus componentes altamente coloreados (melanoidinas) también reducen la penetración de la luz solar en los ríos, lagos y lagunas, disminuyendo la actividad fotosintética y la concentración de oxígeno disuelto.

Aunque existen algunos trabajos que confirman que la vinaza puede ser usada con buenos resultados como fertilizante para la producción de caña de azúcar, (entre ellos podemos citar Peneque y colaborador, 2001, Arana, 2001 y Gómez, 1996 y 1997), existen otras investigaciones que insisten en que la descarga en el suelo es dañina, causando una reducción en la alcalinidad del mismo y la presencia de manganeso de la vinaza, además, inhibe la germinación de las semillas y causa el retraso en el crecimiento de la vegetación (Contreras, 1999, Perdigón, 2000 y 2005). En la Tabla 3.1 se muestra las características fisico-químicas típicas de una vinaza.

**Tabla 3.1:** Características Fisicoquímicas de una Muestra de Vinaza

<b>Parámetro</b>	
pH	4.4
Densidad (g/ml)	1.1
Conductividad Eléctrica (mS)	16.3
Sólidos Totales (mg/L)	110.700
Sólidos Volátiles (mg/L)	84.500
Carbono Total (mg/L)	48.000
Nitrógeno Total (mg/L)	3.400
Fósforo Total (mg/L)	100
Azúcar Total (mg/L)	25.000
Proteína Total (mg/L)	21.200
DQO (mg/L)	128.000

Fuente: Sinhg, 1995

En Venezuela existen más de 30 destilerías para la producción de alcohol. Solo Licorerías Unidas, una de las industrias representativas del sector en la nación, reporta una producción anual aproximada de 31 millones de litros de alcohol (<http://www.trade-venezuela.com>, accesada en Abril 2006).

Este valor de producción asociado a su respectivo múltiplo de generación de vinazas (1:12-15) permite tener una idea del impacto que causa su incorrecta disposición.

Una empresa más pequeña como el caso de la destilería Campo Elías puede llegar a generar más de 150.000 L de vinaza semanales.

A diferencia de las empresas grandes, la pequeña industria en la mayoría de las veces no implementa, bien sea por falta de conocimientos, ó de recursos económicos, tratamiento alguno para sus desechos; así por ejemplo uno de los tratamientos mas comúnmente aplicado a la vinaza es una dilución aproximada de 1:10 en agua, para luego destinarla al riego de las plantaciones de caña de azúcar que surten de materia prima a la misma industria.

Este tipo de alternativa es válida dadas las bases teóricas que han suministrado diferentes estudios científicos para el uso de vinazas como fuente de nutrientes en cultivos de caña de azúcar; sin embargo, existen cuestionamientos no menos válidos de los impactos sobre la biota y microbiota e incrementos de salinización del suelo, siendo calificada como un fertilizante desequilibrado con relación a la presencia de macronutrientes cuyo uso en riego debe ser altamente controlado (Toro, 1996).

Existen otros tipos de tratamiento que pueden darse a las vinazas (Lugo y colaboradores, 2001). Algunos países productores y procesadores de caña de azúcar, han venido implementado tratamientos que les han permitido desde mejorar las condiciones de disposición, hasta lograr un aprovechamiento comercial de este efluente, que en muchos casos, dado el éxito en la recuperación, ha pasado a considerarse sub-producto de la destilación.

Otro de los usos más comunes de la vinaza a nivel internacional, es la obtención de levadura seca (Molina, 1976; INESCO, 1979; Trujillo, 1985; Sarria, 1992; Herrera, 1998; Santos, 1999; Díaz y colaboradores 2003), con propiedades nutricionales importantes, como su alto contenido en proteína, que se emplea como sustitución de las dietas de engorde de animales para consumo humano.

### **3.5 LEGISLACIÓN AMBIENTAL NACIONAL E INTERNACIONAL**

La legislación en materia ambiental se ha incrementado en forma sustancial en el ámbito nacional e internacional durante los últimos años, debido a la importancia que tiene el equilibrio ecológico para el normal desarrollo de la humanidad y de todos los seres vivos. Es por ello que se encuentran instrumentos jurídicos internacionales, nacionales, regionales y estatales que regula

el desarrollo de cualquier actividad que implique riesgo o perturbación significativa en el medio donde se lleva a cabo.

Aunado a la creciente preocupación de muchas organizaciones por el deterioro ambiental, se han planteado un conjunto de normas que orientan y limitan el proceso productivo de las empresas y asignan las condiciones mínimas para tener acceso a los mercados nacionales y mundiales, es por ello que las empresas industriales buscan las certificaciones nacionales e internacionales, viéndose obligadas a mejorar su producción y calidad del producto y a reducir en forma significativa el deterioro ambiental (Banco Mundial, 1992).

### **3.5.1 Legislación Ambiental Internacional**

El conjunto de normas a nivel internacional tendientes a conservar el ambiente se conoce con el nombre de *sello verde*, normas que son otorgadas por la Organización Internacional de Estandarización (ISO), la cual tienen como función principal la búsqueda de estandarización de normas, productos y seguridad para el desarrollo de todo el proceso productivo de las empresas. Esta organización nace en 1993, referida a como establecer, documentar y mantener un sistema de calidad como un medio para asegurar que los productos cumplan con los requisitos especificados en la norma (<http://www.iso14000.com>, Junio, 2006).

Específicamente, la serie de Normas Internacionales ISO 14001 definen los requerimientos para los Sistemas de Gestión Ambiental, que capacita a una organización para formular políticas y objetivos tomando en cuenta los requerimientos legislativos e información sobre los impactos ambientales significativos. Esta norma se aplica a aquellos aspectos ambientales que pueden ser controlados por la organización o sobre los cuales se puede esperar tengan una influencia. No establece por sí misma criterios específicos de desempeño ambiental, ni establece requerimientos absolutos para el desempeño ambiental más allá del compromiso en la política, para cumplir con las regulaciones y legislación aplicable y para el mejoramiento continuo

Las certificaciones en Venezuela son otorgadas por el Fondo para el Desarrollo de Actividades Normalizadas (FONDONORMA) y la comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), certificaciones que garantizan el cumplimiento de lo establecido por las leyes específicas del ambiente, como son la Ley Orgánica del Ambiente, Ley Penal del Ambiente, Ley Forestal de Suelos y Agua entre otras.

Se considera que la adopción voluntaria de tales normas, como el propuesto en la Norma ISO 14001/1996, la cual describe los elementos necesarios de un Sistema de Gestión Ambiental y está diseñado para ser utilizado en un sistema de auditoria por terceros, es un camino adecuado para tender al desarrollo sostenible, por lo que se promueve su implementación en todo tipo de organizaciones. En este contexto, las Pequeñas y Medianas Empresas deben ser el foco de apoyo por parte de las instituciones competentes, considerando su gran número y los reducidos recursos económicos y tecnológicos con los que suelen contar.

### 3.5.2 Legislación Ambiental Nacional

En Venezuela el tema del ambiente se encuentra en plena lucha por ocupar un lugar importante en la discusión política, el desarrollo sostenible, que no es mas sino la búsqueda de lograr realizar todas las actividades que permitan satisfacer nuestras necesidades presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras, plantea que las gerencias de las empresas no pueden ignorar la relación de la comunidad con el ambiente.

Desde 1910 se ha venido desarrollando importantes investigaciones y aprobando instrumentos legales de protección, introduciéndose a partir de allí, y por primera vez, controles administrativos para limitar el uso y disposición de los recursos naturales. En consecuencia, se ha desarrollado una legislación venezolana tendiente a la protección ambiental hasta lo contemplado en la nueva Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) y un Proyecto de nueva Ley Ambiental discutida actualmente en el seno de la Asamblea Nacional, así como también la ratificación por Venezuela de convenios internacionales en materia de conservación de los recursos naturales y protección de flora y fauna entre otros (<http://www.fundena.org.ve>, Mayo 2.006).

Esta evolución legislativa, con la creación del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) en 1977, ahora Ministerio del Ambiente (MA) se armonizan las políticas en la conservación defensa y mejoramiento del ambiente, las cuales han sido objeto de múltiples investigaciones, trabajos, seminarios y talleres para determinar, en la mayoría de los casos, el grado de aplicabilidad de los aspectos legales establecidos.

Los programa y políticas ambientales en Venezuela coordinados bajo la dirección y supervisión del Ministerio de Ambiente tienen como objetivo “garantizar el racional aprovechamiento de los recursos naturales mediante su administración sistemática y el mejoramiento del ambiente y de la calidad de vida, para lo cual utiliza mecanismos que le permitan ejercer vigilancia, supervisión y control sobre la utilización y el deterioro de los recursos que él mismo ha asignado”.

En el ámbito internacional, se han ratificado convenios como la Declaración de Río, Agenda 21, Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el cambio Climático y la Conservación sobre la Diversidad Biológica, Comisión de Acuerdos de Cartagena.

Actualmente existe en Venezuela una cantidad importante de leyes, reglamentos y otras disposiciones jurídicas que, ya sea de forma directa o indirecta, contribuyen a la protección del medio ambiente, establecen los derechos y deberes de los distintos sectores de la sociedad con respecto al uso y conservación y defensa de los recursos naturales y el ambiente. Entre ese grupo de leyes, se mencionan las que en forma general y específica regulan el proceso productivo del alcohol etílico.

- **Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela**

La Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela (1999), de conformidad con la Declaración de Río, la Carta de las Naciones Unidas y los Derechos Internacionales, establece que el Estado tiene derecho soberano de explotar sus propios recursos con arreglo a sus políticas de ambiente y de desarrollo; además tiene la responsabilidad de garantizar que las actividades realizadas no causen perjuicio al ambiente tanto nacional como internacionalmente, establecido así en su capítulo IX los Derechos Ambientales, en sus artículos 127, 128 y 129:

“**Art. 127.** es derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de si misma y del mundo futuro. Toda persona tienen derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regularán la materia. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.”

“**Art. 128.** El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una Ley Orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento.”

“**Art. 129.** Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y uso de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas.”

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

Los mandatos constitucionales se observan a través de diversas leyes orgánicas y ordinarias tales como y de un sinnúmero de decretos y resoluciones la mayoría referido a normas para control y protección ambiental, cabe mencionar las siguientes:

- Ley Orgánica del Ambiente.
- Ley Penal del Ambiente.
- El Decreto 883 sobre Normas para la Clasificación y el control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos Líquidos.
- Decreto 1257 Normas sobre la Evaluación Ambiental de Actividades susceptibles de Degradar el Ambiente.
- Decreto 2635 Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de desechos peligrosos.
- Ley No. 55. Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos.
- Ley de residuos y desechos sólidos.
- Decreto No. 638, por el cual se dictan las Normas sobre Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica.
- Decreto No. 2.961, por el cual se crea el Sistema Nacional de Reciclaje, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Industriales.
- Decreto No. 2.216, por el cual se dictan las Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de Origen Doméstico, Comercial, Industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos.
- Decreto No. 2.217, por el cual se dictan las Normas sobre el Control de la Contaminación Generada por Ruido.
- Resolución N° 040 Requisitos para el registro y autorización de manejadores de sustancias, materiales y desechos peligrosos.
- Decreto No. 1.290 Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo.

La aplicación de mucha de la normativa legal anteriormente referida, así como su elaboración, revisión y adaptación son funciones de los siguientes entes:

- **Dirección General de Calidad Ambiental**

Esta dirección parte de la premisa de que la naturaleza no es sólo para contemplarla, sino que forma parte de la vida cotidiana de todos, por tanto es competencia de esa dirección propiciar una interacción armónica, a través del establecimiento de políticas e instrumentos para la defensa y mejoramiento de la calidad ambiental.

Tiene entre sus funciones:

- Generar elementos para la formulación de las políticas en materia de calidad ambiental, mediante la caracterización de los indicadores correspondientes y la evaluación de las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas, así como velar su cumplimiento.
- Ejercer la rectoría en materia de calidad ambiental, mediante la elaboración e implantación de la normativa legal, en concordancia con la Consultoría Jurídica, así realizar las labores de control operativo de las actividades del desarrollo que generen contaminantes, que deterioren la calidad ambiental en los distintos ecosistemas del país.
- Promover, participar y verificar el cumplimiento de las acciones tendientes a recuperar o sanear áreas degradadas.
- Revisar y analizar tecnologías de procesos industriales y de servicios, ciclo de vida y productos, y manejo de desechos y sistemas anticontaminantes, a fin de propiciar su adopción en el país con base en las ventajas ambientales que presentan.

- **Comisión Nacional de Normas Técnicas**

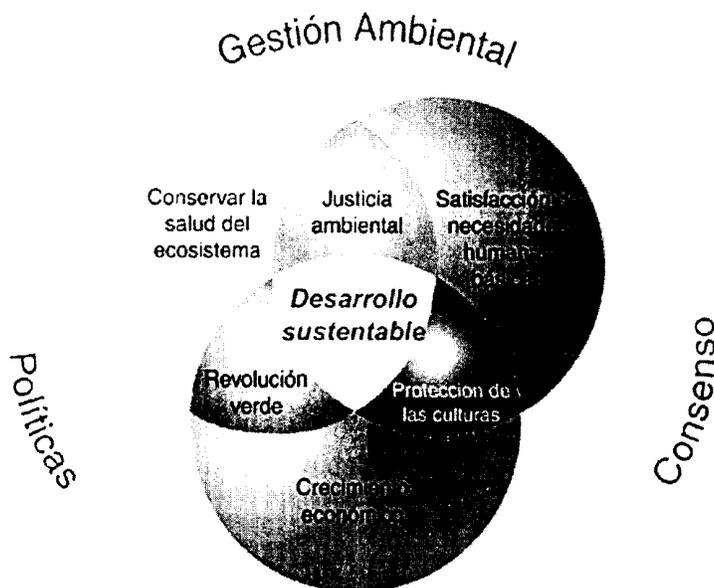
Es una comisión de carácter permanente que tiene por objeto coordinar y mantener el proceso continuo de estudio, elaboración, revisión y actualización de las Normas Técnicas Ambientales, para garantizar un desarrollo sustentable, en beneficio de una mejor calidad de vida de la población.

Dentro de la Comisión Nacional de Normas Técnicas funcionan unas subcomisiones entre las que se encuentran de impacto ambiental y calidad de agua.

### **3.6 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

La Gestión Ambiental se concibe como el conjunto de acciones que buscan orientar y alentar cambios en nuestras actividades sociales y económicas que, como productores y consumidores,

nos coloquen en la senda de un desarrollo sustentable (Figura 3.5). La gestión ambiental es un proceso dinámico, de continua validación de las etapas que lo conforman, en el que la formulación de la política ambiental, precedida de un diagnóstico, debe contemplar objetivos y prioridades claramente definidos, y operar sobre un diseño de instrumentos jurídicos, administrativos, económicos y de inversión, entre otros, que orienten la formulación y el desarrollo de los programas para dar pleno cumplimiento a los objetivos (Pérez, 2000).



**Figura 3.5:** Modelo de Gestión Ambiental.

(Fuente: modificado de Cunningham 1999, citado por Pérez, 2000).

Dichos programas se basan en gran medida en normas y controles en los que están involucrados los gobiernos y la industria manufacturera, exigiendo una participación provechosa y activa de todos los agentes económicos, incluidos los poderes públicos, las empresas públicas y privadas en todas sus formas y, sobre todo, el público en general, como consumidores y consumidores.

La primera norma sobre sistemas de gestión ambiental fue la norma BS7750, creada por el Instituto Británico de Normalización en 1992. Luego, en 1994, la Comunidad Europea aprobó el Plan de Ecogestión y Auditoría Ambiental, EMAS; finalmente, en 1996, la Organización para

Internacional para la Estandarización creó la ISO 14001 (<http://www.ems-sema.org/>, accesada en Mayo 2006).

La norma ISO 14001 define un sistema de gestión ambiental como "aquella parte del sistema de gestión que incluye la estructura organizacional, la planificación, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implementar, revisar y mantener la política ambiental" (<http://www.iso14000.com>, accesada en Junio 2006).

Un Sistema de Gestión Ambiental implementado según la norma ISO 14001, es una estructura organizativa que incorpora responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para llevar a cabo la gestión ambiental, orientada siempre hacia el mejoramiento continuo. Es el marco global para gestionar las actividades relacionadas con el medio ambiente en el corto, medio y largo plazo, no es un sistema aislado, pues está vinculado al Sistema de Gestión de la Calidad y a la estrategia global de la empresa.

### **3.6.1 Ventajas de la adopción de un sistema de gestión ambiental**

Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) implican el establecer una política ambiental y una organización que oriente su actividad para lograrla plenamente. Dicha organización debe superar los efectos ambientales negativos conocidos, así como los sospechados en cada etapa del proceso, desde la concepción hasta el consumo de los productos o servicios; al igual que desarrollar los medios de operación más eficientes, menos dañinos al ambiente, documentando todos los procedimientos para que el sistema puede ser auditado

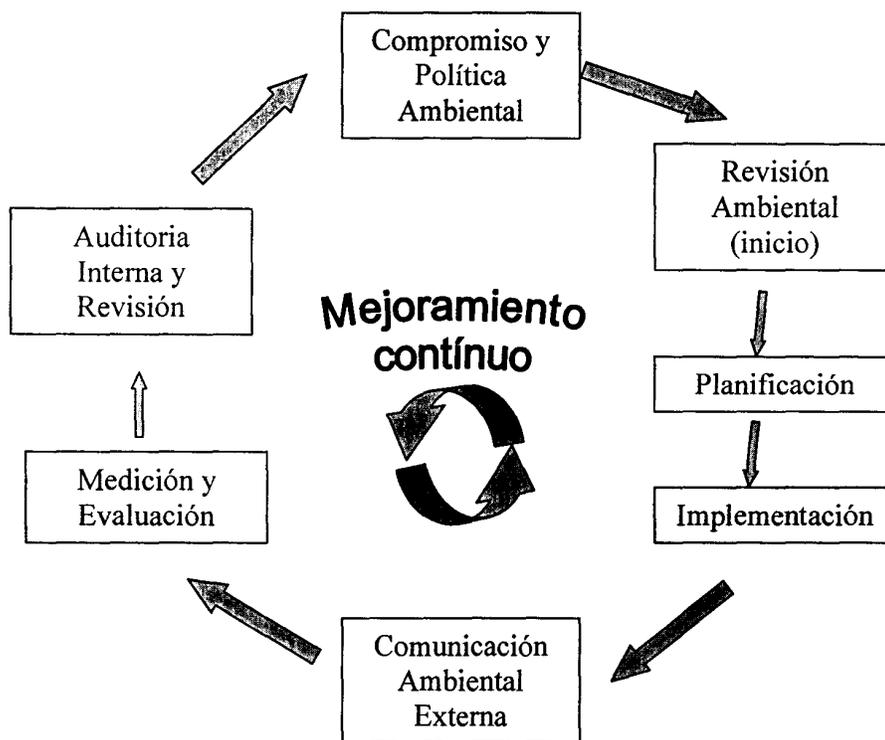
La Gestión Ambiental ofrece oportunidades para modernizar la empresa mejorando su competitividad, armonizando el componente social con el mercado demandante que consume sus productos o utiliza sus servicios. Logrando además (Austin, 1998, Pérez 2000):

- Reducción del consumo de energía, de gastos de materia prima, y gastos para la eliminación de residuos.
- Aumento de la estima pública y mejora de la imagen.
- Ventajas para conseguir créditos.
- Disminución de los riesgos.
- Producción y fortalecimiento de relaciones con la autoridades y clientes.
- Promoción de la conciencia ambiental de los recursos.
- Aumento de la seguridad laboral.
- Desarrollo organizacional.

- Reconocer los puntos débiles.
- Información adecuada para el caso de emergencia ambiental.
- Minimización de los gastos.

### 3.6.2 Componentes de un Sistema de Gestión Ambiental

El ciclo del mejoramiento continuo del desempeño ambiental a través de un SGA es posible de lograr cumpliendo una serie de pasos, cada uno de los cuales constituye un componente, como se muestra en la Figura 3.6, (Gayosoy colaboradores, 2000) :



**Figura 3.6:** Ciclo del mejoramiento continuo del desempeño ambiental.

También forma parte del SGA establecer y mantener procedimientos para identificar el potencial y la respuesta a accidentes y situaciones de emergencia, y para prevenir, corregir y mitigar los impactos ambientales que puedan estar asociados con ellos.

En el caso de las empresas productoras de alcohol etílico, este punto amerita darle un tratamiento especial, debido a los potenciales riesgos en cada una de las etapas del proceso, entre los cuales se pueden mencionar, riesgo de derrames de efluentes y/o reactivos químicos peligrosos, explosión de equipos como calderas, e incendios entre otros, razón por la cual en el siguiente acápite se consideran los aspectos importantes para un Sistema de Gestión de Riesgo.

### 3.7 SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGO

Muchas personas viven, trabajan o transitan en alrededores de instalaciones peligrosas; así como también, diversas instalaciones peligrosas operan dentro de áreas ambientalmente sensibles.

La gestión de los riesgos que implican estas situaciones, se ha convertido en uno de los mayores y más destacados desafíos de nuestras sociedades modernas, poniendo de manifiesto la necesidad de elaborar y aplicar prácticas y modalidades de gestión de riesgos acordes con las consecuencias naturales y sociales, globales e individuales que se puedan producir.

Con un Sistema de Gestión de Riesgo se pueden implementar medidas reactivas y preventivas dentro y fuera de las instalaciones, tanto para la prevención de riesgos laborales como también la prevención de accidentes no operacionales.

Entre esas medidas caben mencionar: ajuste en el diseño de las instalaciones, sistema de control, adiestramiento del personal, disminución de volumen de almacenaje de sustancias tóxicas, explosivas o inflamables, diseño e implementación de planes de emergencia y contingencia, análisis de la vulnerabilidad en los alrededores de las instalaciones peligrosas, planificación y control del uso de suelos en los alrededores de las instalaciones, entre otras. (<http://www.planigestion.com>, accesada en Mayo 2006).

Mercado y colaboradores (2002), afirman que es vital, mostrar la importancia y necesidad de diseñar e implementar un Sistema de Gestión de Riesgo, dentro del marco de la normativa legal correspondiente, entre las cuales se destacan:

- Ley Orgánica del Trabajo.
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.
- Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Ley Orgánica de Seguridad y Defensa.
- Resolución M.E.M No 1.097 “Normas para el Transporte Terrestre de Hidrocarburos Inflamables y Combustibles”.

- Normas COVENIN relacionadas con la Prevención, Control, Combate de Incendios y Planes de Emergencia.
- Normas COVENIN relacionadas con la Prevención de Accidentes.
- Normas COVENIN sobre Higiene Industrial.

Por su parte, los organismos competentes involucrados son:

- Ministerio del Ambiente.
- Ministerios de Salud y Desarrollo Social.
- Ministerios de Producción y Comercio.
- Ministerio de Energía y Minas.
- Ministerio de Infraestructura.
- Bomberos/Defensa Civil.
- Alcaldía y Gobernaciones.

## CAPITULO 4

### ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LA ADOPCIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EMPRESAS PRODUCTORAS DE ALCOHOL ETÍLICO

En éste capítulo, tal como su título lo indica, se procede a la elaboración de una propuesta para la adopción de un Sistema de Gestión Ambiental en empresas productoras de alcohol etílico, que sirvan de orientación a otras empresas del mismo ramo, para el desarrollo de cada una de las fases de un SGA basado en las normas ISO 14001, usando como referencia a la Destilería Campo Elías, una empresa de modesta dimensiones, ubicada en la ciudad de Ejido, del Estado Mérida.

Las Normas ISO 14000 especifican los elementos fundamentales de tal sistema de gestión ambiental, han sido escrita para ser aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño y para adaptarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales, permitiendo a una organización establecer y evaluar la efectividad de los procedimientos para definir políticas y objetivos ambientales, estar conformes con ellos y demostrar tal conformidad a otros.

#### 4.1 COMPROMISO INICIAL DE LA ALTA GERENCIA Y DEFINICIÓN DE UNA POLÍTICA AMBIENTAL

Las normas ISO14001 sugieren como punto de partida para la implementación de un SGA el establecimiento de un compromiso inicial por parte de la Alta Gerencia de la empresa, la cual debería traducirse en la elaboración y promulgación de una política ambiental (Figura 4.1). Luego se debe proceder a la conformación de un equipo de trabajo.

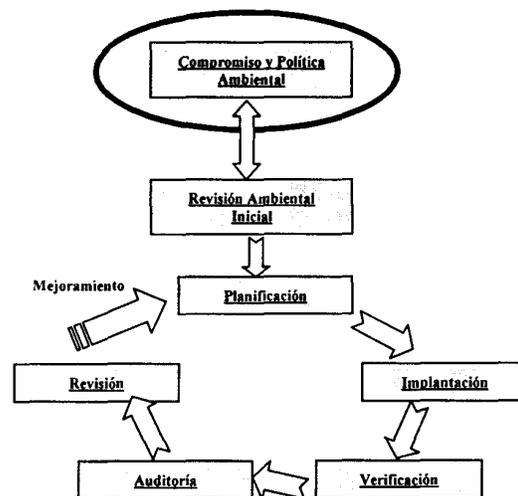


Figura 4.1: Etapa de Compromiso y Política Ambiental en la propuesta para un SGA.

Sin embargo, cabe mencionar que los grados de compromiso de la política ambiental varían: desde declaraciones de principios, hasta comprometerse con objetivos y metas concretas.

La política ambiental es el compromiso de los principios y objetivos de la empresa con relación al ambiente, asumido frente a si misma y hacia la comunidad.

Para éste planteamiento, la empresa debe comprometerse a buscar la preservación del medio ambiente, desarrollando sus actividades de manera responsable, sistemática y continua, de acuerdo con los siguientes principios:

- Asumir la gestión ambiental como expresión de alta prioridad empresarial, por intermedio de un proceso de mejoría continua, apoyado en objetivos, metas y programas claros y mensurables.
- Atender la legislación, procurando, de manera adicional, aplicar las mejores prácticas internacionales.
- Utilizar económicamente los materiales y la energía necesarios a las actividades de la empresa.
- Identificar y controlar las fuentes de generación de residuos sólidos, vertidos líquidos y emisiones atmosféricas cuyos efectos puedan ser potencialmente dañinos al medio ambiente.

En la Figura 4.2, puede observarse un modelo de declaración de Política Ambiental, definida por la empresa “Destilerías Unidas”, la cual se ubica en el Estado Lara y es considerada representativa del ramo licorero.

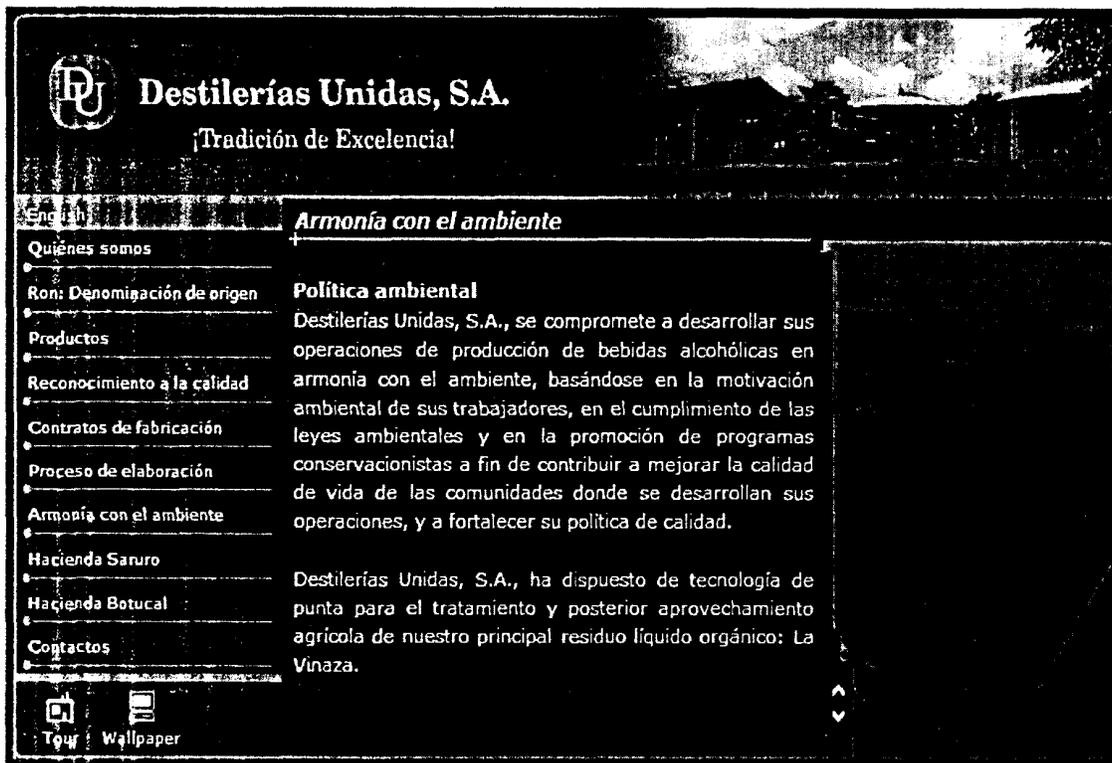


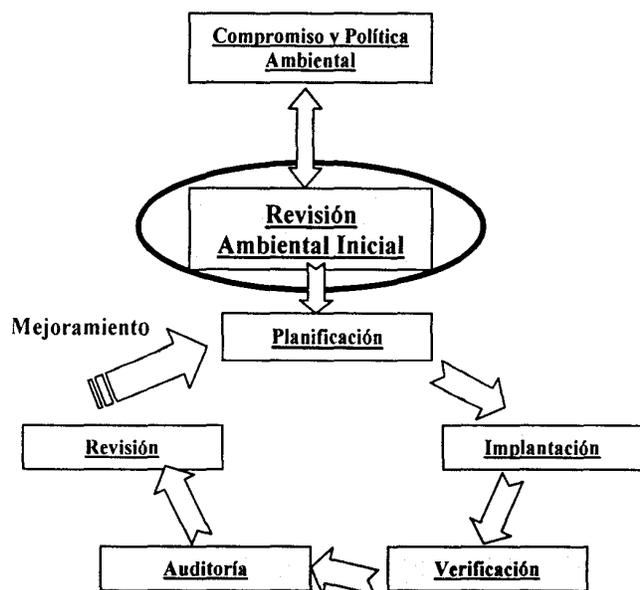
Figura 4.2: Política Ambiental de Destilerías Unidas.

## 4.2 REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL

Antes de planificar e implementar la política ambiental, es necesario realizar una revisión ambiental de las actividades de la empresa (Figura 4.3) donde se evalúe el estado actual de ésta respecto al cumplimiento de la legislación ambiental.

Esta revisión proporciona una apreciación global de los temas ambientales que competen a la empresa, y verifica cada aspecto futuro del SGA. De este modo, la empresa conocerá las fortalezas y debilidades de sus operaciones y de sus sistemas de manejo ambiental actuales.

Para efectuar una revisión ambiental planificada, la gerencia debe designar un responsable, y el equipo que efectuará dicha revisión. Debe tratarse de personal calificado o con conocimientos en evaluación de impacto ambiental y normativas ambientales, ya sean de la misma empresa o externos.



**Figura 4.3:** Etapa de Revisión Ambiental Inicial en la propuesta para un SGA.

Como resultado, la empresa conocerá las fortalezas, debilidades y oportunidades, así como las necesidades donde deben concentrarse los esfuerzos para obtener un SGA eficaz, enfocándose en:

- Información General de la Empresa, documentación y caracterización del micro y macro entorno de la empresa.
- Revisión de procesos, operaciones y actividades.
- Identificación de impactos ambientales significativos y sus prioridades, incluyendo: impactos a los recursos suelo, agua, aire, sobre otros recursos como paisaje, conservación de flora y fauna, destino de desechos (emisiones de gases, aguas residuales y otros) e impactos a la comunidad cercana a los centros de acción de la empresa.
- Identificación de requerimientos legales y normativas ambientales, a partir de las fuentes de información disponibles en materia legal, de instancia gubernamental y empresarial

Por último, es importante la evaluación de la retroalimentación derivada de incidentes pasados. Es necesario que la empresa considere las emergencias e incidentes que ocasionen impactos al ambiente, que hayan existido en el pasado, con el objeto de mejorar la capacidad de respuesta y evitar que se repitan los incidentes e impactos asociados

En los siguientes acápites, se ilustra la aplicación de los pasos a seguir para la realización de una revisión ambiental inicial, usando la empresa en referencia.

#### 4.2.1 Información General de la Empresa

A continuación, en la tabla 4.1 se presentan los datos generales sobre la empresa que servirá de referencia.

**Tabla 4.1 :** Información general de la empresa.

<b>INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA</b>			
<b>Nombre de la empresa</b>	Destilería Campo Elías C.A.		
<b>Representante legal</b>	Julio Lares		
<b>Teléfono</b>	0274-2213062		
<b>Tipo de actividad</b>	Producción de alcohol Etílico		
<b>Numero de empleados</b>	6 fijos, 2 eventuales		
<b>Horarios</b>	8:00 am 4:00 pm		
<b>Fecha de inicio de las operaciones</b>	Inicio de actividades 1.924 Reapertura 1.990		
<b>Localización</b>	Av. Bolívar No. 119. Ejido -Estado Mérida		
<b>Área. total de las instalaciones</b>	1.550 m <sup>2</sup>		
<b>Organización de la Empresa</b>	<pre> graph TD     A[Gerente General Julio Lares] --&gt; B[Administración Lic. Inés Gutiérrez]     A --&gt; C[Gerente Producción Ing. Jaime Martínez]     B --&gt; D[Personal de administración]     C --&gt; E[Personal Obrero]         </pre>		
<b>Consumo/Producción semanal</b>	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <b>Materia Prima</b>                      Melaza (30 Tn)                      Agua (100 m<sup>3</sup>)                      Acido sulfúrico, Levadura, Urea                 </td> <td style="vertical-align: top;"> <b>Producción</b>                      Alcohol Etílico (5 m<sup>3</sup>)                      Desechos líquidos (120 m<sup>3</sup>)                      Congenéricos (0,4 m<sup>3</sup>)                 </td> </tr> </table>	<b>Materia Prima</b> Melaza (30 Tn) Agua (100 m <sup>3</sup> ) Acido sulfúrico, Levadura, Urea	<b>Producción</b> Alcohol Etílico (5 m <sup>3</sup> ) Desechos líquidos (120 m <sup>3</sup> ) Congenéricos (0,4 m <sup>3</sup> )
<b>Materia Prima</b> Melaza (30 Tn) Agua (100 m <sup>3</sup> ) Acido sulfúrico, Levadura, Urea	<b>Producción</b> Alcohol Etílico (5 m <sup>3</sup> ) Desechos líquidos (120 m <sup>3</sup> ) Congenéricos (0,4 m <sup>3</sup> )		

De los datos suministrados se puede inferir que es una empresa pequeña con una producción de 5000 litros de etanol semanal. La organización de la empresa es muy sencilla, ya que posee poco personal. Está ubicada dentro del perímetro urbano de la ciudad de Ejido, la cual cuenta con una población, estimada para este año, de más de 100 mil habitantes.

#### 4.2.2 Documentación de la empresa

El acceso a éste tipo de información fue parcial, obteniéndose solamente la siguiente:

- Permiso de funcionamiento: última revisión realizada en el año 2.005.
- Con frecuencia moderada reciben visitas de Corposalud, quienes verifican las condiciones de trabajo de los empleados en cuanto al uso de tapa bocas, guantes, etc.
- Permiso de operación emitido por los Bomberos.
- Permiso de operación emitido por el SENIAT.
- Existen controles internos de productividad, así como también registros de ingresos.
- Poseen planos del área y de las instalaciones.
- Investigaciones o revisiones previas: existen diversos trabajos de tesis de pregrado que proponen tratamientos para sus efluentes, pero que aún no han sido implementados.
- Convenios con instituciones:
  - Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, desarrollo de tesis de pregrado.
  - Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, desarrollo de proyectos de investigación financiados por el Banco Mundial y el FONACIT.
  - CIDIAT, Universidad de Los Andes, desarrollo de tesis de maestría.

### 4.2.3. Caracterización del entorno de la empresa

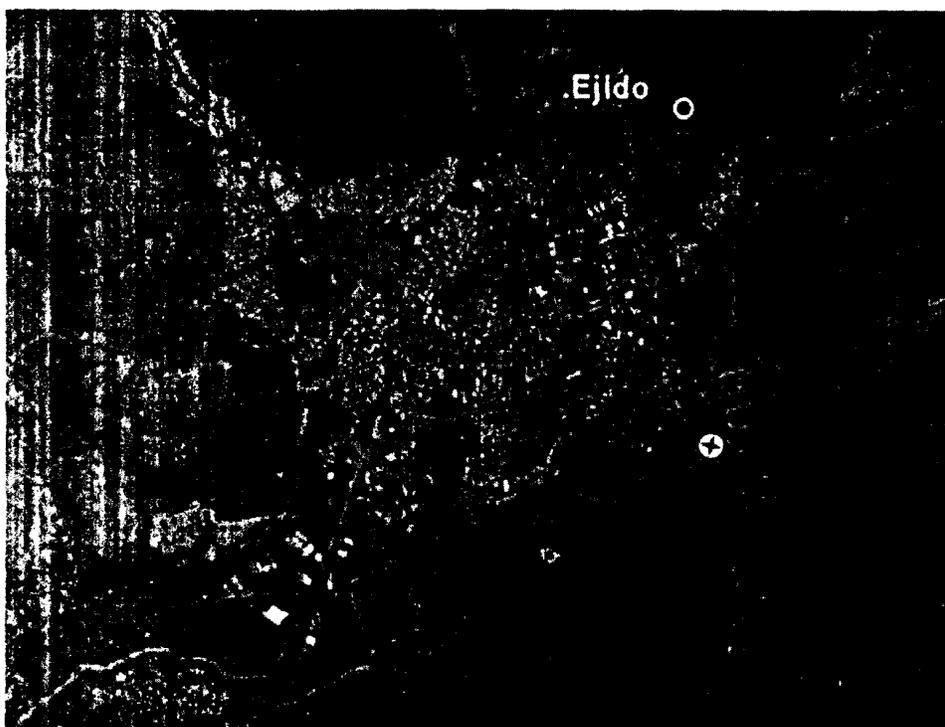
- El Macro Entorno

La empresa está localizada en la ciudad de Ejido, capital del Municipio Campo Elías. Como puede observarse en la Figura 4.4, dicho Municipio se ubica en la zona central del Estado Mérida.



Figura 4.4: Ubicación de los diferentes Municipios en el Estado Mérida.

La ciudad de Ejido está asentada en una terraza fluvial por encima del estrecho valle del Río Chama. Posee una temperatura media de 21°C, su relieve es predominantemente montañoso, como se muestra en la Figura 4.5, característico de la zona andina. La precipitación media anual se sitúa entre los 800 y 1.800 mm, (Silva, 1999).

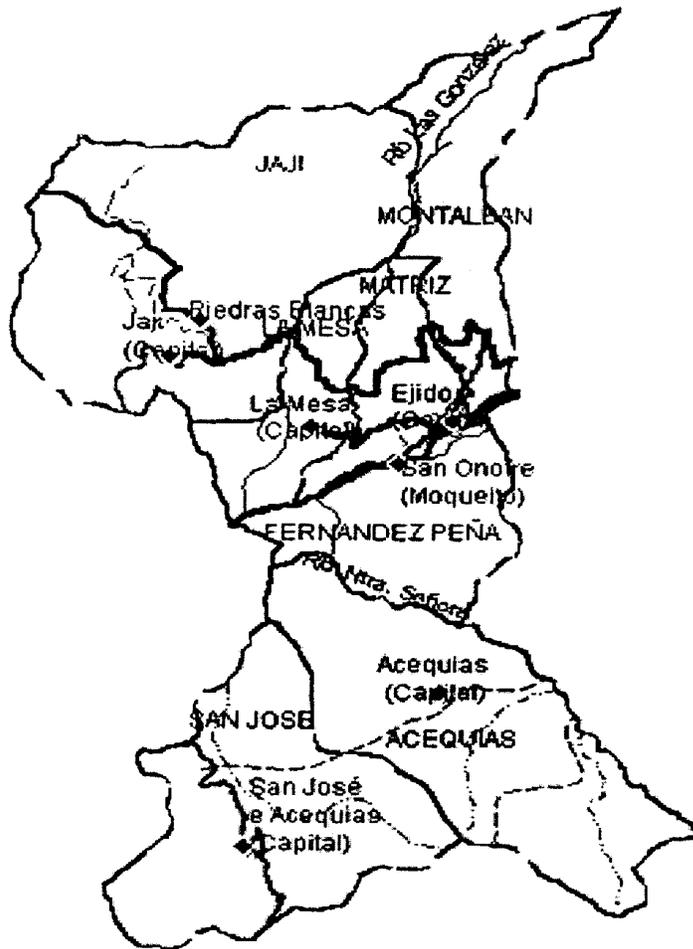


**Figura 4.5:** Terraza fluvial donde está asentada la ciudad de Ejido.  
(Fuente: [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com))

Su economía se estructura en el comercio, las agroindustrias y los servicios hoteleros. En sus áreas aledañas se desarrollan una amplia gama de cultivos, según sea la altitud, desde la caña de azúcar a la papa. Ejido tiene una población de 57.573 habitantes (Censo 2.001).

En esta zona existen numerosos ríos y quebradas (Figura 4.6) entre los cuales se pueden mencionar:

- Ríos: Montalbán, Las González, Mujunque, Agua Clara, La Colorada, Negro, Blanco, Capaz, San Eusebio, Macho, Tostós, San José, Chama.
- Quebradas: La Portuguesa, Aguas Calientes, La Enfadosa Las Pavas, Tostós, San José, Las Palmitas, El Minanon, El Timo, Los Giros, La Sucia, Jají, El Joque, La Chorrera.



**Figura 4.6:** Distribución de los principales ríos en el Municipio Campo Elías.

Una porción considerable del servicio de agua potable de la ciudad de Ejido se brinda gracias a las tomas existentes en las quebradas Portuguesa y Montalbán, las cuales han resultado insuficientes para cubrir las necesidades actuales de la ciudad, debido al fuerte y desordenado crecimiento que ésta ha venido experimentado y al deterioro de sus cuencas.

La mayoría de los cuerpos de agua del Municipio vierten sus aguas al río Chama, al igual que las aguas servidas de la ciudad de Ejido, sin que a ellas se les dé ningún tipo de tratamiento.

La problemática ambiental del Municipio, tiene como una de sus causas principales, el deterioro de las cuencas altas de sus principales fuentes de agua, en especial en la Quebrada la Portuguesa, aumentando en épocas de lluvia su caudal con amenazas de inundación y riesgo de deterioro de algunas viviendas.

El deterioro de los suelos por las prácticas de cultivo en terrenos de fuerte pendiente, y la falta de programas y medidas de conservación de suelos agravan la problemática y originan deterioro de la infraestructura tales como vialidad y riego. Los incendios representan otra causa importante de deterioro ambiental.

La ciudad Ejido ha tenido un crecimiento de más del 40 % (población estimada para este año 110.000), debido principalmente a su cercanía con la ciudad de Mérida, dicho crecimiento ha sido desordenado y anárquico por la falta de normativa de ordenamiento urbano (<http://campoelias-merida.gov.ve/portal-alcaldía/habitantes.html>, Accesada en Septiembre, 2006)). Se han formado populosas barriadas en forma bastante rápida y caótica, y con muy poca organización urbanística. Este desarrollo ha traído una serie de problemas como la falta de servicios adecuados de agua y transporte. También se ha producido una proliferación excesiva de pequeños talleres y comercios que le ha quitado espacio a las zonas residenciales del centro de la ciudad.

La disposición de desechos sólidos se realiza en vertederos controlados y la cobertura del servicio en el municipio es de 58,12%. En cuanto al agua potable éste ofrece un 96,55% de cobertura, el sistema de tratamiento es combinado, es decir planta de tratamiento y tratamiento parcial. Para las aguas servidas, no existe tratamiento y la cobertura del servicio es de 79,25% (Censo 2001).

En cuanto a los cuerpos de agua que se encuentran cercanos al entorno de la empresa, el de mayor importancia es el Río Chama, el cual es tributario del lago de Maracaibo, y es el más caudaloso de toda la zona andina venezolana.

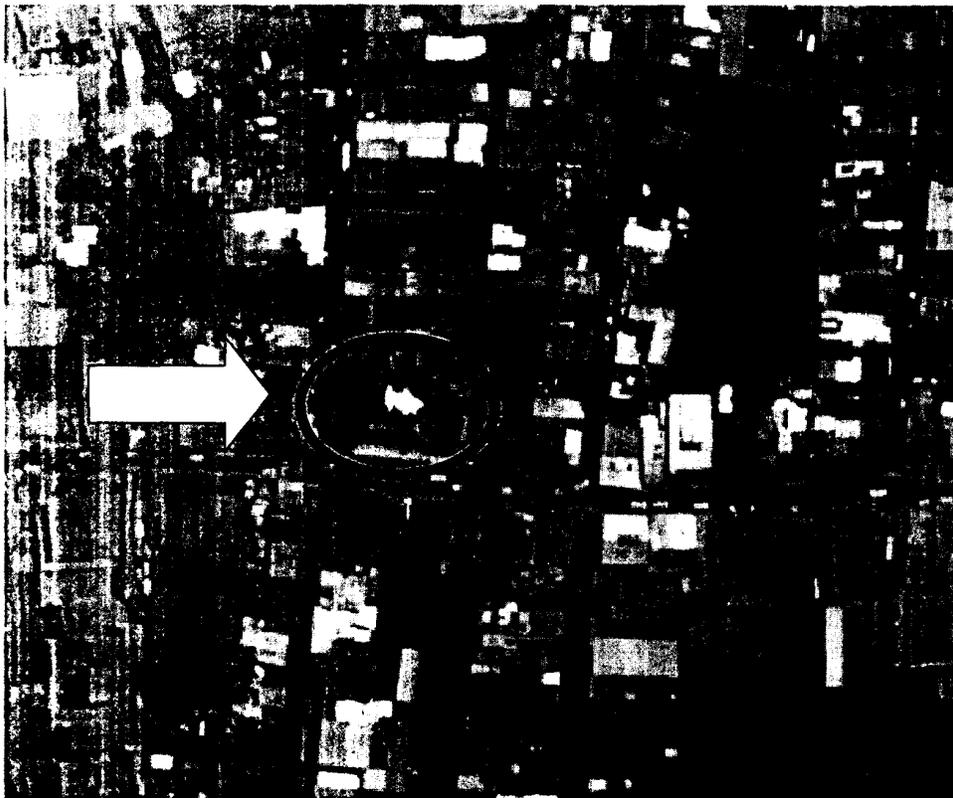
Las aguas residuales de la empresa en referencia como la de la gran mayoría de las otras empresas y viviendas de la ciudad de Ejido vierten sus aguas residuales en un sistema de alcantarillado que las transporta hasta el Río Chama sin ningún tipo de tratamiento.

Diferentes análisis de la calidad de este río han mostrado un continuo deterioro del mismo, situándose en segundo lugar, después del río Albarregas, respecto a contaminación para el año 2000, calificado con una calidad muy baja, que lo hace quedar fuera de norma respecto al decreto 883, no cumpliendo especificaciones ni como tipo 1A, 1B, 4A o 4B, haciendo que su tratamiento para ser utilizado en cualquier uso beneficioso sea más difícil (Vivas, 2000).

Este hecho, sin duda, ha venido agravándose a la par del crecimiento industrial y poblacional de las áreas circunvecinas; y siendo el Chama tributario del Lago de Maracaibo también contribuye fuertemente a la contaminación de este importante cuerpo de agua.

- **El Micro Entorno**

Como se aprecia en la Figura 4.7, la Destilería Campo Elías, se encuentra ubicada en el área central de la Ciudad de Ejido, donde actualmente se sitúan residencias individuales y actividades de tipo comercial y no de carácter industrial. Esta situación se debe a que para el año de instalación de la empresa (1.924) en esta zona no existían desarrollos habitacionales y/o comerciales, por el contrario ésta era una zona destinada a la siembra de caña de azúcar.



**Figura 4.7:** Ciudad de Ejido, Destilería Campo Elías (Fuente: [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)).

Sin embargo, la percepción de los habitantes cercanos sobre la empresa podría decirse a simple vista que es positiva, si se toma en cuenta que se benefician directamente con algunos de los servicios que ésta presta los pobladores, como por ejemplo, arreglos de cloacas, y de redes de tuberías de aguas blancas, regalías de productos y donaciones a organismos públicos como a la Guardia Nacional, a el Cuerpo de Bomberos y la Alcaldía; además de representar una fuente de generación de empleo.

Aunque cabe destacar que, en general la empresa es poco apreciable, solo muestra un aviso de identificación exigido por el SENIAT, pero no se muestra ningún tipo de publicidad o información, que pueda advertir a las personas que por allí transitan a diario, sobre la importante actividad industrial que se lleva a cabo dentro de éstas instalaciones. El hecho de que no hay quejas de los vecinos por el funcionamiento de la empresa, no significa que los vecinos comprenden los peligros a los que se encuentran sometidos en el caso de una contingencia en la empresa.

Por otro lado, según información suministrada por la Gerencia de Producción de la compañía, la percepción de las autoridades locales como la Alcaldía y el SENIAT, en cuanto al funcionamiento de la empresa, también es positiva ya que ésta se encuentra al día con el pago de los impuestos correspondientes a la producción de alcohol etílico.

#### **4.2.4 Revisión de los procesos, operaciones y actividades**

El alcohol se obtiene por destilación, previa fermentación de la melaza a través de un proceso bioquímico, la cual antes de ser enviada al proceso fermentativo, debe recibir un tratamiento de purificación.

- **Adquisición, Transporte, Almacenamiento y preparación de la materia prima**

El proceso de producción de alcohol etílico de ésta empresa, comienza con la adquisición de la materia prima, constituida primordialmente por melaza. Esta es obtenida del bagazo de caña, un subproducto de la industria azucarera. Sus principales proveedores son las Centrales Azucareras de Acarigua y Guanare, quienes proveen melaza con 80-85° Brix, (lo que equivale a un 80-85% de sólidos y un 50% de azúcar aproximadamente). El consumo de melaza es de alrededor de 30 toneladas por semana.

La melaza es almacenada en tanques en un lugar techado de la empresa destinado para tal fin, ésta desprende un olor dulce, que, aunque no puede ser clasificado como agradable o no, perturba la calidad del aire natural.

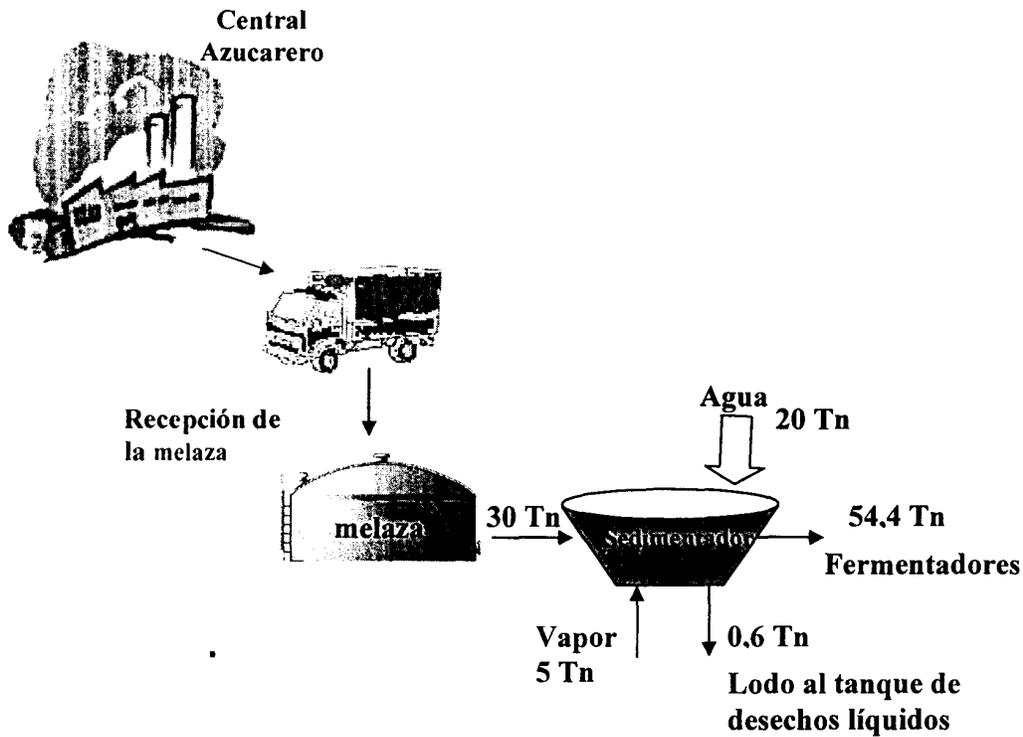
Ante de comenzar el proceso en sí, la melaza es analizada para verificar su concentración en azúcares. Posteriormente pasa a los sedimentadores, donde es calentada a 80 °C, por contacto directo con vapor procedente de las calderas, y por precipitación, se le retira gran cantidad de los sólidos totales, obteniéndose un sobrenadante libre de impurezas (arena, bagacillos, etc.) y debidamente esterilizado, tratamiento semejante al utilizado en la fabricación de azúcar.

El lodo que se produce en esta etapa es lavado varias veces con agua a fin de retirar la mayor cantidad de azúcares remanentes, para utilizarla como agua de dilución en los fermentadores. Posteriormente el lodo en combinado con otros desechos líquidos de la empresa para su

disposición final. La Figura 4.8 y la Tabla 4.2 muestran el balance de masa en ésta primera etapa del proceso.

**Tabla 4.2:** Balance de masa semanal. Purificación de la melaza.

<b>Balance de masa (Semanal)</b>			
<b>Entradas</b>		<b>Salidas</b>	
Melaza	30 Tn	Corriente a los Fermentadores	54,4 Tn
Agua	20 Tn (m <sup>3</sup> )	Lodo al tanque de desechos líquidos	0,6 Tn
Vapor	5 Tn		
<b>Total</b>	<b>55 Tn</b>	<b>Total</b>	<b>55 Tn</b>



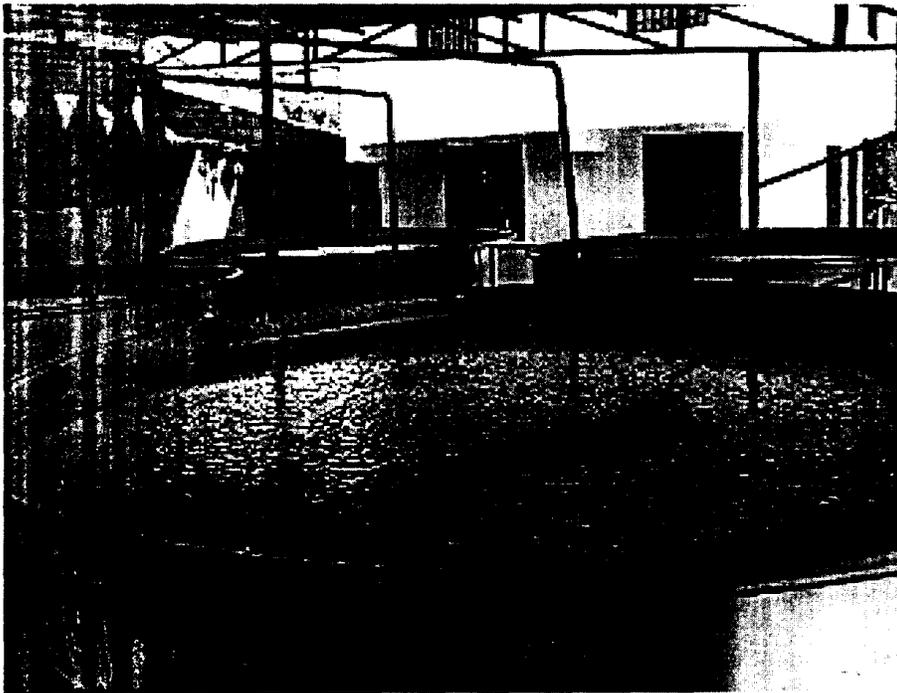
**Figura 4.8:** Adquisición, Transporte, Almacenamiento y preparación de la materia prima.

- **Preparación del mosto**

El sobrenadante y el agua de lavado del lodo son transferidos a los fermentadores (Figuras 4.9 y 4.10), donde se diluyen con agua hasta una concentración de 12% en azúcar y se le agrega el biocatalizador (en éste caso levadura), una cantidad de úrea y finalmente se ajusta el pH con adición de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ , al 70 %).

Dicho sobrenadante recibe el nombre de mosto, que no es más es una solución de azúcar cuya concentración fue ajustada de forma que facilite su fermentación.

El consumo aproximado por semana de úrea, levadura y ácido sulfúrico es de 10 kilogramos, 2 kilogramos y 3 kilogramos respectivamente. Luego de detallar el proceso de fermentación se muestra el balance de masa de esta etapa del proceso.



**Figura 4.9:** Fermentadores, donde se convierten los azúcares a alcoholes.

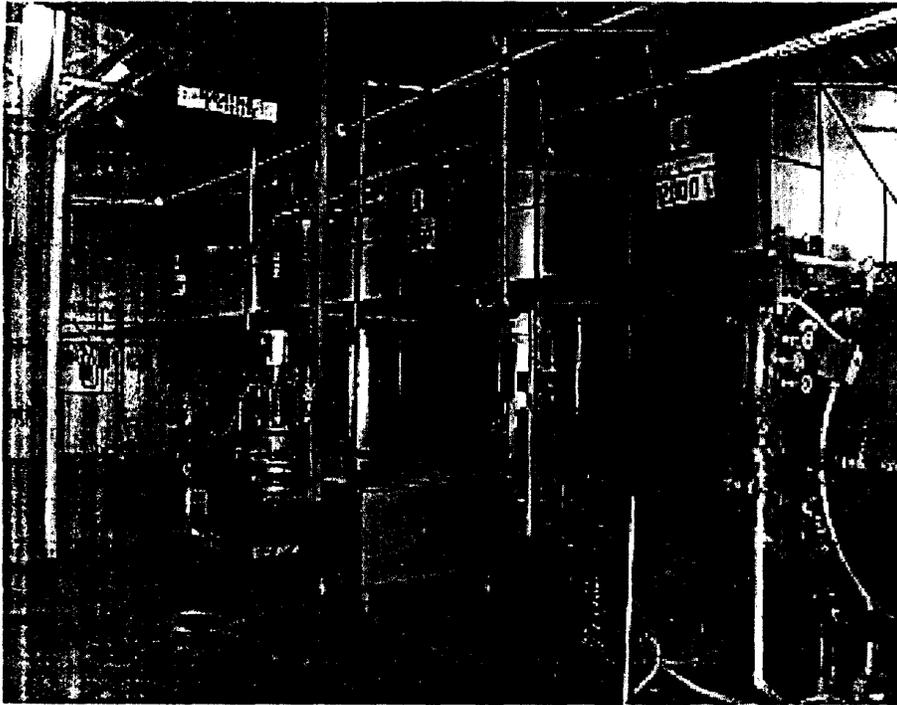


Figura 4.10: Fermentadores, donde se convierten los azúcares a alcoholes.

- Fermentación

Es en ésta fase los azúcares (sacarosa) son transformados en alcohol, según la reacción simplificada de Gay Lussac:



Durante la reacción, ocurre intensa liberación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), la solución se calienta y se forman algunos productos secundarios como: alcoholes superiores, glicerol, aldehídos, etc.

El tiempo de fermentación es de 36 horas. Al final de este período prácticamente todo el azúcar ya fue consumido, con la reducción de la liberación de gases. En ésta etapa, la concentración de

alcohol es de 7% a 10%, el líquido además contiene otros componentes de naturaleza líquida, sólida y gaseosa.

Los gases producidos en esta etapa del proceso son liberados dentro de las instalaciones de la planta.

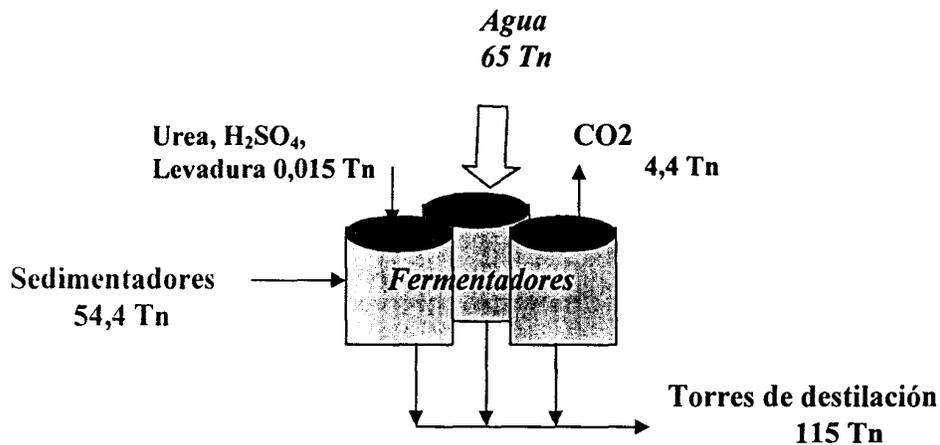
Para estimar la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producido semanalmente se considera la cantidad de alcohol producido (5.000 litros, densidad 0,87 Tn/m<sup>3</sup>) y la reacción simplificada de Gay Lussac, la cual indica que por cada dos moles de etanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH) producidos se liberan dos moles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Los cálculos se muestran a continuación:

$$\text{Tn de CO}_2 = 4,4 \text{Tn CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \times \frac{1 \text{mol CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}{46 \text{Tn C}_6\text{H}_{12}\text{O}} \times \frac{2 \text{mol CO}_2}{2 \text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}} \times \frac{44 \text{Tn CO}_2}{1 \text{mol CO}_2} \approx 4,4 \text{ Tn de CO}_2$$

Una vez ocurrida la fermentación, se envía el líquido al sistema de destilación fraccionada. El balance de masa en toneladas por semana puede apreciarse en la Tabla 4.3 y Figura 4.11.

**Tabla 4.3:** Balance de masa semanal, Preparación del mosto y Fermentación.

<b>Balance de masa (Semanal)</b>			
<b>Entradas</b>		<b>Salidas</b>	
Corriente proveniente de los sedimentadores	54,4 Tn	Corriente a las torres de destilación	115 Tn
Agua	65 Tn (m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> producido	4,4 Tn
Levadura	0,002 Tn		
Urea	0,010 Tn		
Acido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,003 Tn		
<b>Total</b>	<b>119,4 Tn</b>	<b>Total</b>	<b>119,4 Tn</b>



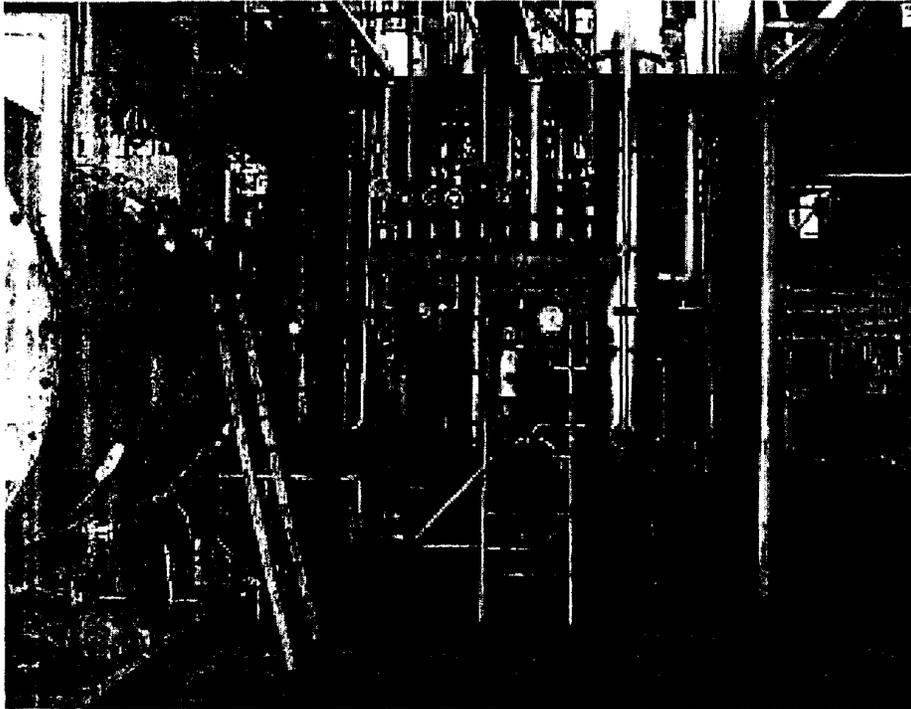
**Figura 4.11:** Balance de masa semanal. Preparación del Mosto y la Fermentación.

- **Destilación**

El mosto fermentado pasa a un sistema de destilación fraccionada de tres etapas (Figura 4.12) con la finalidad de extraer, por diferencia del punto de ebullición de las diversas sustancias volátiles presentes, todo el alcohol producido y separar los compuestos que no son aptos para el consumo.

El calentamiento de las columnas se realiza por la inyección directa de vapor, el cual es producido por una caldera.

Como se mencionó anteriormente, además del alcohol etílico, se encuentra glicerina, alcoholes homólogos superiores, furfural, aldehído acético, ácidos succínico y acético aldehídos, ésteres, aminas, ácidos y bases, en cantidades mucho menores, los sólidos están constituidos por bagacillos, levaduras y bacterias, azúcares no fermentables, sales minerales, materias albuminoides y otros, y los gaseosos, principalmente por el CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>.



**Figura 4.12:** Sistema de Destilación Fraccionada.

La primera etapa (Figuras 4.13 y 4.14) logra agotar la mayor cantidad posible de alcohol de su producto de fondo, incluyendo todos los congénicos alcohólicos, como: ácido acético, acetato de etilo, etanol y metanol, entre otros.

El subproducto de ésta etapa recibe el nombre de vinaza, la cual es conocida por su alta carga orgánica y mineral (constituida principalmente de agua, sales en suspensión y solubles, su graduación alcohólica no debe ser superior a 0,03%).

La vinaza es un importante desecho contaminante de las empresas de alcohol etílico debido a su calidad (demanda química de oxígeno, DQO, por encima de 50.000 mg/l) y a su cantidad (más de 20 litros por cada litro de alcohol producido), y a la que nos referiremos en detalle en acápite posteriores.

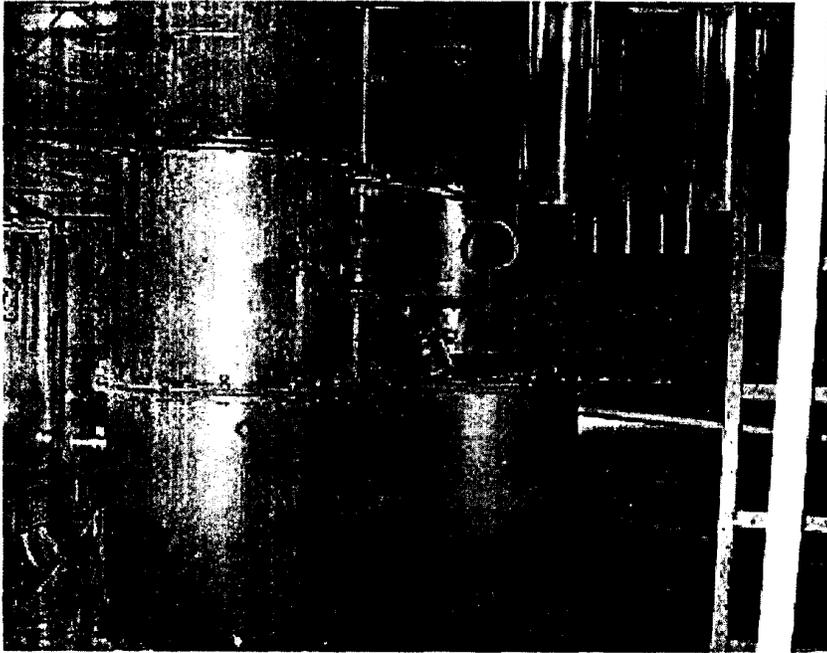


Figura 4.13: Detalles de las columnas de destilación, primera etapa.



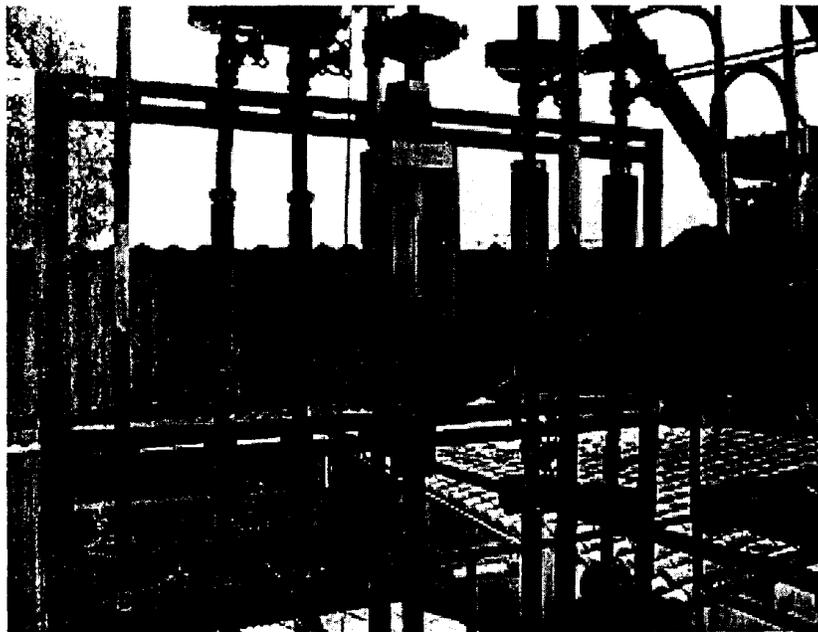
Figura 4.14: Detalles de las columnas de destilación, primera etapa.

Las etapas siguientes, son de rectificación y purificación, retirando primero los alcoholes más volátiles y luego los más pesados, ambos son almacenados en un tanque para ser nuevamente destilados ya que poseen un alto grado de alcohol etílico.

El alcohol hidratado, producto final de los procesos de destilación y rectificación, es una mezcla binaria alcohol-agua que contiene 97° GL (Grados Gay-Lussac, escala conocida para determinar el grado alcohólico, equivalente a un porcentaje volumen/volumen).

Este alcohol hidratado puede ser comercializado en esta forma o sufrir un proceso de deshidratación, diferente al proceso de destilación, debido a la formación de una mezcla azeotrópica, que no permite que los componentes puedan ser separados por diferencia del punto de ebullición. Este proceso no se lleva a cabo en la destilería bajo análisis.

En las Figuras 4.15 y 4.16 puede apreciarse los medidores de flujo y válvulas para toma de muestra para análisis de control de calidad, así como también detalles del sistema de seguridad colocado por el SENIAT para el control de la producción, debido a que la empresa debe pagar un impuesto por cada litro de alcohol producido.



**Figura 4.15:** Detalles de los medidores de flujo y válvulas para toma de muestras, tercera etapa.



**Figura 4.16:** Detalles del sistema de seguridad colocado por el SENIAT para el control de la producción.

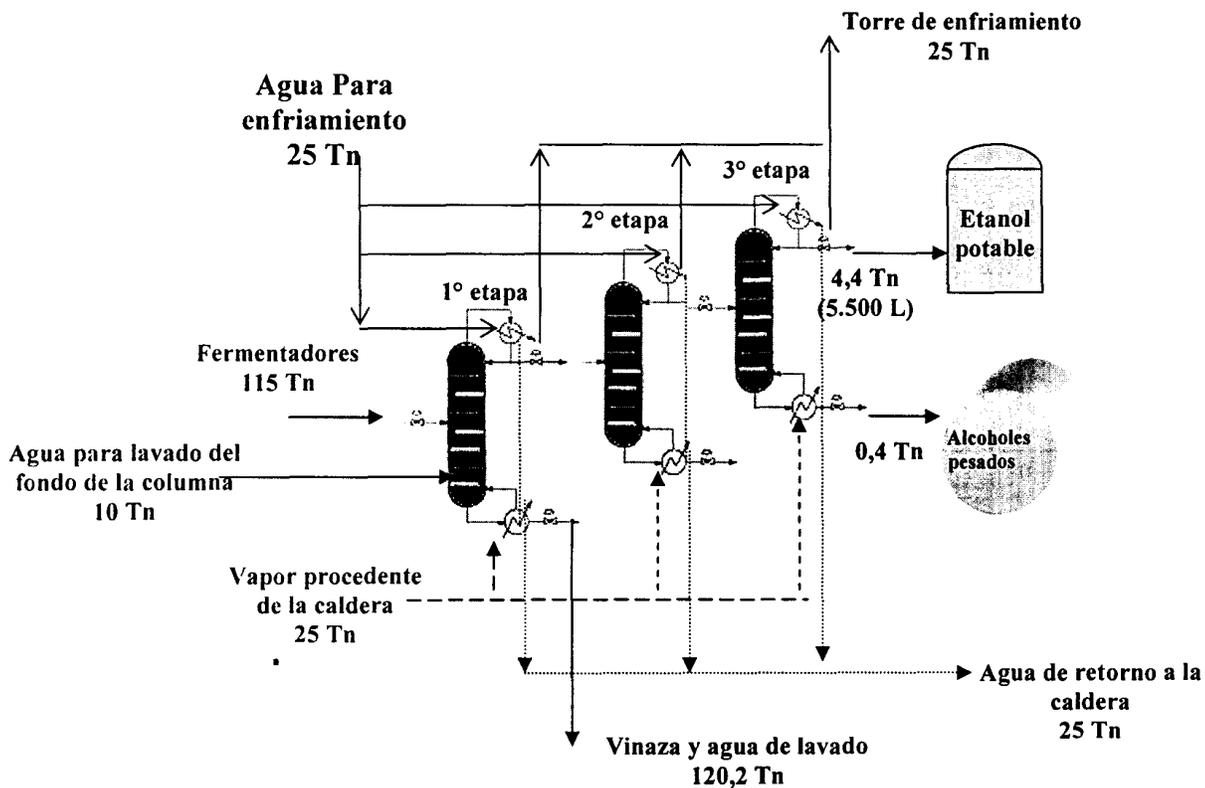
Una vez terminado el proceso de destilación, el fondo de la primera columna es lavado para retirar toda la vinaza, reponer con mosto fresco y continuar con el proceso. Todo el efluente, vinaza más agua de lavado, van a un tanque de almacenamiento de desechos líquidos para su posterior disposición.

El agua que se utiliza para enfriamiento en los condensadores es dividida en dos partes, una enviado de vuelta a la caldera, aprovechando el calor transferido y disminuyendo el consumo de agua, y la otra es enviada a un proceso de enfriamiento, proceso será detallado en la revisión de las prácticas ambientales

A continuación se muestra en la Tabla 4.4 y Figura 4.17, todas las corrientes de proceso y el balance de masa correspondiente. Es importante mencionar que para estimar el consumo de agua de lavado de los fondos de la torres se sustrajeron los volúmenes de agua consumidos en otras etapas del proceso al consumo total de la empresa, ya que no cuenta con medidores de flujos, y no posee estimados de este consumo.

**Tabla 4.4:** Balance de masa semanal. Destilación Fraccionada.

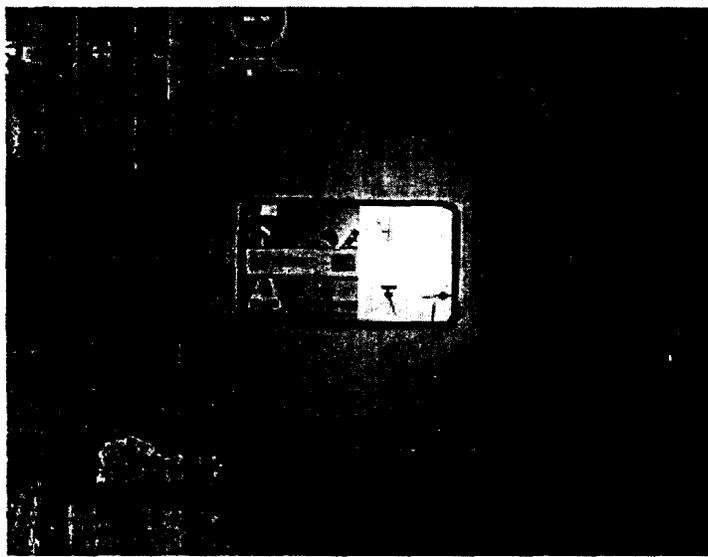
<b>Balance de masa (Semanal)</b>			
<b>Entradas</b>		<b>Salidas</b>	
Corriente de los Fermentadores	115 Tn	Etanol al 97 %	4,4 Tn
		Alcoholes pesados (congenéricos)	0,4 Tn
Agua	10 Tn (m <sup>3</sup> )	Vinaza y agua de lavado	120,2Tn
Vapor	25 Tn	Agua retorno a la caldera	25 Tn
Agua para enfriamiento	25 Tn	Agua a las torres de enfriamiento	25 Tn
<b>Total</b>	<b>175 Tn</b>	<b>Total</b>	<b>175 Tn</b>



**Figura 4.17 :** Etapa de destilación Fraccionada.

- **Almacenamiento del alcohol**

El alcohol producido es cuantificado a través de medidores de caudal (Figura 4.18) y enviados para almacenaje en un tanque de 800 litros de capacidad, donde aguarda para su comercialización (Figura 4.19).



**Figura 4.18:** Medidor de caudal de etanol producido.



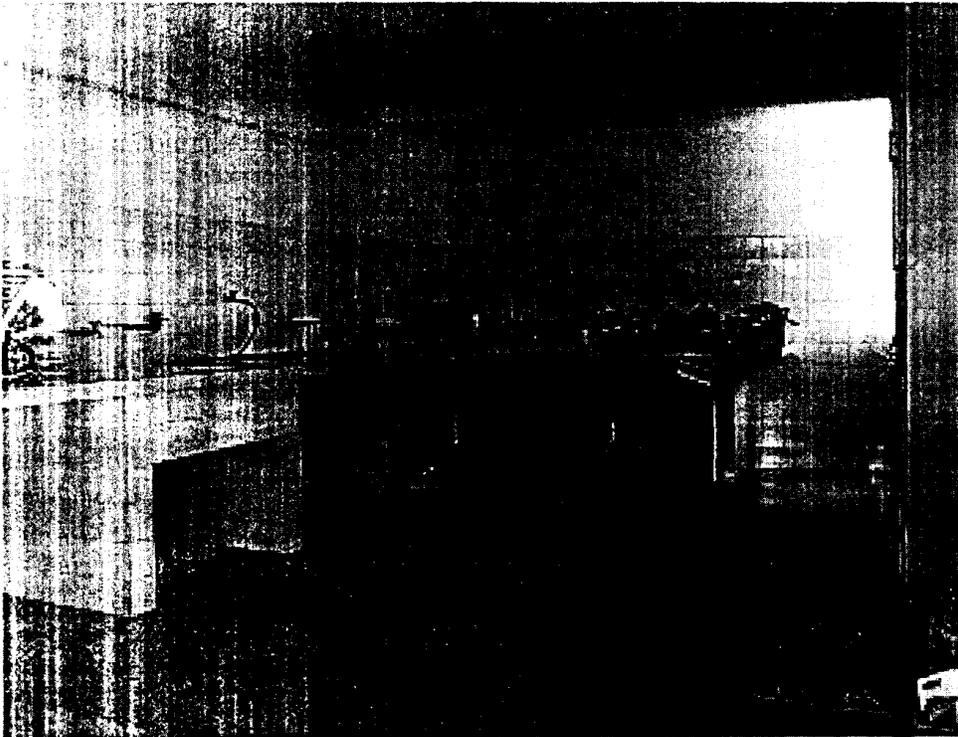
**Figura 4.19:** Tanque de almacenamiento de alcohol producido.

- **Laboratorio de Análisis**

La empresa cuenta con un laboratorio para análisis (Figura 4.20). Actualmente, sólo se realizan análisis de:

- Calidad de la melaza, contenido de azúcar específicamente.
- Seguimiento del proceso de fermentación.
- Determinación de la cantidad de alcohol en el mosto fermentado.
- Análisis del alcohol etílico producido, determinación de pureza y propiedades organolépticas.
- Determinación de alcohol en los desechos líquidos (vinaza).

El laboratorio no cuenta con equipos para análisis de efluentes, además de que no está suficientemente equipado y no cumple con ciertas normas de seguridad en cuanto al uso, manejo y almacenaje de reactivos, así como tampoco la distribución del área de trabajo, sistemas de extracción, entre otros.



**Figura 4.20:** Área destinada para los análisis.